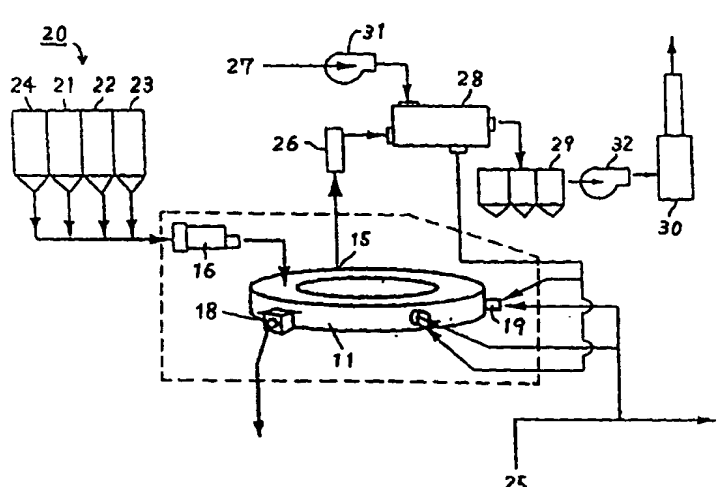


PCT

世界知的所有権機関
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



| | | |
|---|-----------|--|
| (51) 国際特許分類 C21B 13/10, 11/00, 11/02, C22B 1/14 | A1 | (11) 国際公開番号 WO98/22626 (43) 国際公開日 1998年5月28日 (28.05.98) |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP97/04221 (22) 国際出願日 1997年11月19日 (19.11.97) (30) 優先権データ 特願平8/324704 1996年11月20日 (20.11.96) JP 特願平8/329950 1996年12月10日 (10.12.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP] 〒541 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 Osaka, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 亀井康夫 (KAMEI, Yasuo) [JP/JP] 〒275 千葉県習志野市谷津5丁目36-14-814 Chiba, (JP) 川口導三 (KAWAGUCHI, Takazo) [JP/JP] 〒289-03 千葉県香取郡小見川町小見川4727-43 Chiba, (JP) 山岡秀行 (YAMAOKA, Hideyuki) [JP/JP] 〒311-24 茨城県行方郡潮来町日の出8丁目22-27 Ibaraki, (JP) 中村義久 (NAKAMURA, Yoshihisa) [JP/JP] 〒569-11 大阪府高槻市芝谷町14-10 Osaka, (JP) | | (74) 代理人 弁理士 穂上照忠, 外 (HONOUE, Terutada et al.) 〒660 兵庫県尼崎市東難波町5丁目17番23号 住友生命尼崎ビル 穂上特許事務所 Hyogo, (JP) (81) 指定国 BR, CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書 |
| (54) Title: REDUCED IRON MANUFACTURING METHOD AND APPARATUS (54) 発明の名称 還元鉄の製造方法及び装置 (57) Abstract A material mixture in which pulverized iron oxide and a pulverized solid reducer are mixed with each other is put as it is in a powdery state into a reducing furnace to form a bed of a substantially uniform thickness. The bed is compressed in some cases, and the iron oxide is reduced at high temperature maintaining the temperature in the reducing furnace at not lower than 1100 °C. Since the material mixture has not to be lumped, for example, pelletized, the reduced iron manufacturing cost can be lowered. This method can be easily executed by the reduced iron manufacturing apparatus of the invention. A high-quality hot metal can be manufactured by charging high-temperature reduced iron obtained by this method into a vertical furnace or a smelting melt-reducing furnace, and melting the same with a high thermal efficiency.  | | |

(57) 要約

本発明の還元鉄の製造方法は、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合した原料混合物を粉状のまま還元炉内に装入してほぼ均一な厚さのベッドを形成し、又は更にそのベッドを押圧した後、炉床内温度を1100℃以上に維持して酸化鉄を高温還元する方法である。原料混合物をペレット化等、塊成化する必要がないので、還元鉄製造コストを低減することができる。この方法は、本発明の還元鉄の製造装置により容易に製造することができる。

更に、上記の方法で得られた還元鉄を高温状態で豎型炉又は製錬用溶解還元炉に装入して高熱効率で溶解し、良質の溶銑を製造することができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

| | | | | | | | |
|----|--------------|----|---------|----|----------|----|------------|
| AL | アルバニア | FI | フィンランド | LT | リトアニア | SN | セネガル |
| AM | アルメニア | FR | フランス | LV | ラトヴィア | SZ | スワジランド |
| AT | オーストリア | GB | イギリス | MC | モナコ | TD | チャド |
| AZ | アゼルバイジャン | GE | ジョージア | MD | モルドヴァ | TG | トーゴ |
| BA | ボスニア・ヘルツェゴビナ | GR | ギリシャ | MG | マダガスカル | TJ | タジキスタン |
| BB | バルバドス | GN | ギニア | MK | マケドニア共和国 | TM | トルクメニスタン |
| BE | ベルギー | CW | キュラソー | | | TR | トルコ |
| BG | ブルガリア | GR | ギリシャ | ML | マリ | TT | トリニダード・トバゴ |
| BJ | ベナン | DE | ドイツ | MN | モンゴル | UA | ウクライナ |
| BR | ブラジル | IE | アイルランド | MR | モーリタニア | UG | ウガンダ |
| BY | ベラルーシ | IL | イスラエル | MW | マラウイ | US | 米国 |
| CA | カナダ | IS | アイスランド | MX | メキシコ | VN | ベトナム |
| CF | 中央アフリカ共和国 | IT | イタリア | NE | ニジェール | WU | ウズベキスタン |
| CG | コンゴ共和国 | JP | 日本 | NL | オランダ | YU | ユーゴスラヴィア |
| CH | スイス | | | NO | ノルウェー | ZW | ジンバブエ |
| CI | コートジボワール | | | NZ | ニュージーランド | | |
| CM | カメルーン | KE | ケニア | PL | ポーランド | | |
| CC | 中国 | KR | 韓国 | PT | ポルトガル | | |
| CN | 中国 | KP | 北朝鮮 | RO | ルーマニア | | |
| CU | キューバ | KZ | カザフスタン | RU | ロシア | | |
| CC | キプロス | LC | セント・ルシア | SE | スウェーデン | | |
| CY | キプロス | LR | リベリア | SG | シンガポール | | |
| DE | ドイツ | LS | レソト | SI | スロベニア | | |
| DK | デンマーク | | | SK | スロバキア | | |
| EE | エストニア | | | SL | シエラレオネ | | |

明 細 書

還元鉄の製造方法及び装置

技術分野

本発明は、粉状の酸化鉄、例えば粉状の鉄鉱石や製鉄所で発生する鉄分を含んだダスト、スラッジ、スケール等と、粉状の固体還元剤、例えば石炭、木炭、石油コークス、コークス等を混合し、塊成化することなく、粉状のままで加熱された炉に装入し、高温還元して還元鉄を製造する方法及びその際に用いる装置、並びにこの還元鉄を高温状態で豎型炉又は製錬用溶解還元炉へ装入して溶銑を製造する方法に関する。

背景技術

近年、電気炉による鋼材の製造が盛んになるにつれて、その原料として用いる鉄源を鉄鉱石の固体還元によって得る技術が注目されている。その技術の代表的なものとしては、粉状の鉄鉱石と、同じく粉状の固体還元剤とを混合して塊成化物、いわゆる「ペレット」となし、これを高温に加熱することで鉄鉱石中の酸化鉄を還元して固体状金属鉄とする技術がある（例えば、米国特許第3, 443, 931号明細書、特開平7-238307号公報）。

上記米国特許第3, 443, 931号明細書に開示されている粉状鉄鉱石の還元プロセスは、概略、次の工程からなる。

- 1) 石炭、コークス等の粉状固体還元剤と粉状の鉄鉱石とを混合して、生ペレットを作る。
- 2) この生ペレットを、ペレット内から発生する可燃性揮発成分が発火しない程度の温度域に加熱して付着水分を除去する。
- 3) 得られた乾燥ペレットを高温に加熱して還元し、金属化を進める。

4) 金属化したペレットを冷却してから炉外へ排出する。

しかしながら、上述の米国特許第3, 443, 931号明細書に開示されているような従来の還元鉄の製造方法（便宜的に「ペレット法」と記す）には基本的に次のような問題点がある。

1) 塊成化したままでは塊成化物（ペレット）の強度がハンドリングに耐え得ないので、還元炉に装入する前にペレットの乾燥を行う必要がある。そのため機構の複雑な塊成化設備に加えて乾燥設備をも必要とし、その運転・保守の費用もかなりのものとなる。そして、ペレットの乾燥から還元終了までの所要時間が長くなるので、生産効率が低く還元鉄の製造コストを低く抑えることが難しい。

2) 塊成化の際に所定サイズ以外の粒子が生成するのを避けることができない。そのアンダーサイズはそのまま再度混合工程へ、また、オーバーサイズは粉碎してから混合工程へ戻す必要があり、生産効率が悪い。

3) 製鉄所内で発生する鉄分を含むダスト、スラッジ、スケール等も貴重な鉄源であるが、この製鉄所排出酸化物は、回収されたままの形態では粉状物質が結合して固まった塊状、あるいはミルスケールのように、ペレット化するには大き過ぎる形状をなしていることが多い。したがって、これらを粉状鉄鉱石に代えて単独で、または粉状鉄鉱石と混合して、ペレット状に塊成化する場合、あらかじめ所定の粒度に微粉碎する必要がある、微粉碎設備が欠かせない。

ペレットの還元反応は温度が高いほど速く進むので、還元反応速度を高めて生産性を向上させるためには、ペレットの昇温速度を大きくし、速やかに所定の温度まで到達させることが肝要である。前記の特開平7-238307号公報に提案される方法では、ペレットを炉内に装入してからしばらくの間は装入ペレットの表面に酸素含有ガスを供給して、ペレット内から発生する可燃性物質を積極的に燃焼させ、その燃焼熱によってペレットの表面温度を速やかに還元適正温度にまで昇温させるこ

とを特徴としている。

しかし、特開平 7-238307 号公報に開示される方法も原料の混合、塊成化、乾燥という工程を経る「ペレット法」の範疇にあり、前記のペレット法の問題点はほとんど解決されていない。

還元鉄を製造するに当たっては、炉床が水平に回転移動する加熱炉床（以下、「回転炉床」という）を有する炉が注目され、前記の米国特許第 3,443,931 号明細書に開示されているプロセスでもこの炉（以下、「回転炉床炉」という）が用いられている。

この回転炉床炉は古くからあるロータリーキルン炉とは異なり、設備コストが安価であるのが特徴であるが、一方、炉床が水平に回転するために原料の装入および製品の排出に配慮が必要である。

第 1 図は、原料の加熱を回転炉床炉を用いて行う従来の還元鉄の製造プロセスの一例の概略図である。図示するように、粉碎機 1 で所定の粒度に調整した粉鉄鉱石 3 と乾燥機 2 及び粉碎機 1 で処理した粉石炭 4 にバインダーとしてのベントナイト 5 を添加し、混練機 6 で、さらに水分 7 やタール 8 を添加して混合する。この混合原料をペレタイザー 9 またはダブルロール圧縮機 10 で塊成化し、回転炉床炉 11 の原料装入部 12 へ移送して炉内へ装入し、炉床 13 の移動に伴って 1 回転させる間に鉄鉱石中の酸化鉄を高温還元して固体状金属鉄とする。得られた金属鉄は排出部 14 から取り出される。符号 15 は排気口である。

粉状酸化鉄と粉状固体還元剤は、必要に応じて乾燥処理、破碎処理が施された後、混練処理されるが、その際、必要に応じてバインダーとしての水分、タール、糖蜜、有機系樹脂、セメント、スラグ、ベントナイト、生石灰、軽焼ドロマイト、消石灰が添加される。

混練された原料は、デスクペレタイザーにより球状のペレットに、またはダブルロール圧縮機によりブリケットに塊成化される。この場合、ペレットにするためには粒径が 0.1 mm 以下の粒度の原料が適し、ブ

リケットには粒径が1 mm以下の粒度のものが適するので、あらかじめ所定の粒度に微粉碎する必要がある。また、塊成化物（上記のペレット、ブリケットを指す）の強度を高めるため、原料成形後に乾燥処理または養生処理が施される場合もある。

得られた塊成化物は、ベルトコンベヤーで回転炉床炉の上部に送られ、そこから回転炉床上に幅広く分散するように装入シュートを用いて装入され、レベラーによりならされる。続いて、炉内を移動する間に加熱還元され、金属鉄となる。

しかしながら、上述のような従来の還元鉄の製造方法には、つぎのような問題がある。すなわち、塊成化物は回転炉床炉に装入されるまでの間に粉化し、小粒径の粒度の異なる塊成化物となるとともに粉を発生し、その状態で回転炉床に装入される。そのため、炉内に装入された発生粉は燃焼ガスにより飛散し、炉壁に熔融付着して、設備トラブルの原因となる。また、回転炉床に熔融付着したり、熔融浸食して、床面が荒れ、設備トラブルの原因となる。

さらには、塊成化物の粒度が異なるため焼成にむらを生じ、92%程度の金属化率を有する還元鉄を製造するためには焼成時間を延長する必要があるが生じ、還元鉄生産性が悪化する。

この塊成化物の粉化の悪影響を防止するため前述したバインダーが添加され、効果を奏しているが、粉化が完全に防止されるわけではない。また、有機系バインダーは高価なもので、製造コストを上昇させ、一方、無機系バインダーは鉄分以外のスラグ分を含有するため還元鉄の品位を低下させるという欠点がある。

上記のように、従来の「ペレット法」には多くの問題点がある。

一方、従来、溶銑は主に高炉法により製造されてきた。高炉法は、塊状の鉄原料と塊状のコークスを炉上部から装入し、炉下部に設置された羽口から熱風を吹き込んでコークスを燃焼させて高温の還元ガスを生成

し、鉄原料の主成分である酸化鉄を還元し、溶解するプロセスである。

最近においては、シャフト還元炉で塊状の鉄原料を還元して還元鉄を製造し、この還元鉄を高温状態で炉上部から炭材流動層型溶解炉へ装入して還元と溶解を行い、溶銑を製造する方法が開発され、すでに実用化されている。

また、粉鉄鉱石から直接溶銑を製造する方法としても、種々の方法が開発されている。例えば、特公平3-60883号公報には、微粉鉄鉱石と微粉炭素質材とを塊成化し、この塊成化物を回転炉床炉で予備還元し、1000℃以上の温度で排出させ、炉内に熔融金属浴を有する製錬炉内の浴の表面下に前記微粉炭素質材を導入するとともにこの製錬炉内で前記予備還元した塊成化物を還元・溶解する方法が開示されている。なお、このとき製錬炉から排出される排ガスは、回収され、予備還元用燃料として回転炉床炉へ導入される。

しかしながら、これらの従来技術には次のような欠点がある。

まず、高炉法においては、塊状の鉄原料およびコークスを必要とするという欠点がある。高炉法では、石炭をコークス炉で乾留してコークス化し、篩い分けした後の塊状のコークスが使用されるが、この高炉法においては、コークス用強粘結炭は資源的にみて遍在していることに加え、コークス炉リプレース時の巨額な投資負担およびコークス炉が原因となって発生する公害の防止が大きな課題となっている。一方、鉄原料についても、塊鉄石を使用する場合を除いて、粉鉄石を塊状化し、ペレットあるいは焼結鉄にして使用せざるを得ない。しかし、塊鉄石の供給が非常にタイトであること、ペレット価格が高価であることから、我が国においては焼結鉄の使用が主流となっており、焼結鉄製造時における公害防止対策が大きな課題である。

シャフト還元炉により溶銑を製造する方法においては、コークスを必要としないが、鉄原料として高炉法の場合と同様に塊状のものを必要と

するという問題がある。

また、特公平3-60883号公報に記載される方法は優れた方法であるが、粉状の酸化鉄と粉状の固体還元剤を混合した後、還元炉へ装入する前に塊成化する必要があるという短所を有している。

塊成化にあたっては、前述したように、所定のサイズ以外の粒子の生成が避けられず、アンダーサイズの粒子はそのまま混合工程へ、オーバーサイズの粒子は粉碎してから混合工程へ戻す必要があり、効率が悪い。また、塊成化したままでは強度が弱く、ハンドリングに耐えないため、還元炉内へ装入する前に塊成化物を乾燥する必要があり、そのため、塊成化設備に加えて乾燥用設備を要し、かつその運転および保守費用も必要で、還元鉄の製造コストが上昇する。しかも、還元時間に比較すると塊成化およびその乾燥に要する時間は相対的に長く、プラント全体の効率が阻害される。

また、製鉄所で発生するダスト、スラッジ、スケール等の酸化物を単独であるいは鉄鉱石と混合して使用する場合、これら酸化物の回収形態が“粉状物質が結合して固まった塊状”あるいはミルスケールのように“ペレット化するには大きすぎる形状”をなしていることが多いことから、あらかじめ所定の粒度に微粉碎して置く必要がある。そのため、微粉碎設備が欠かせないという問題もある。

本発明は、従来の「ペレット法」に代わる簡略な方法で安価に還元鉄を製造する方法及びそのための装置を提供すること、並びに得られた還元鉄を用いて簡略な工程で効率よく安価に良質の溶銑を製造する方法を提供することを課題としてなされたものである。

発明の開示

本発明では、従来、原料の予備還元には必須と考えられてきた原燃料の塊成化工程（ペレット化等、塊状化する工程）と乾燥工程を省略した。

すなわち、粉状の鉄原料と粉状の固体還元剤を混合した後、塊成化せず、粉状のままで1200℃以上に加熱した炉内へ装入して酸化鉄を還元することを特徴としている。

本発明の要旨は、下記(1)及び(2)の還元鉄の製造方法、(3)のそのための装置、並びに(4)及び(5)の溶銑の製造方法にある。

(1) 下記(a)～(c)の工程で構成される粉状酸化鉄からの還元鉄の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上に維持して前記酸化鉄を還元する還元工程。

(2) 下記(a)～(d)の工程で構成される粉状酸化鉄からの還元鉄の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) そのベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させる工程、

(d) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上に維持して、前記酸化鉄を還元する還元工程。

(3) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合する混合機と、混合して得られた原料混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する装入装置と、炉内へ装入された混合物中の酸化鉄を還元する還元炉を有し、還元炉が、前記混合物の装入口、酸化鉄を加熱還元して得られる還元鉄の排出口及び炉内で発生するガスの排気口を備える炉体と、炉内に設けられた水平に回転移動する炉床と、炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで燃料を燃焼させるバーナーを有する回転炉床炉である上記(1)に記載の方法を実施するための還元鉄の製造装置。

更に、炉内へ装入された原料混合物のベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させる手段を有する装置を用いれば、上記(2)に記載の方法を実施することができる。

(4) 下記(a)～(f)の工程で構成される粉状酸化鉄からの溶銑の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま予備還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上になるように維持して、前記酸化鉄を還元する予備還元工程、

(d) 前記予備還元工程で得られた還元鉄を、前記予備還元炉から500℃以上の温度で排出させる排出工程、

(e) 前記排出工程で排出した高温状態の還元鉄と、塊粒状の炭材とフラックスを、炉内に炭材の充填層を有し、炉下部に設置された羽口から酸素含有ガスを吹き込み羽口前の炭材を燃焼させて高温の還元ガスを

発生させる豎型炉へその炉上部から装入し、還元と溶解を行い、溶銑と溶滓を炉下部出銑口から排出する還元・溶解工程、

(f) 豎型炉の生成ガスを回収するとともに、その一部を予備還元用燃料として前記予備還元炉へ導入するガス回収工程。

(5) 下記(a)～(f)の工程で構成される粉状酸化鉄からの溶銑の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま予備還元炉内へ装入して、炉床上にはほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上になるように維持して、前記酸化鉄を還元する予備還元工程、

(d) 前記予備還元工程で得られた還元鉄を、前記予備還元炉から500℃以上の温度で排出させる排出工程、

(e) 前記排出工程で排出した高温状態の還元鉄と炭材とフラックスを、炉内に熔融金属浴と熔融スラグ浴とを有し、底部から攪拌用ガスを熔融金属浴内へ吹き込んで熔融金属浴と熔融スラグ浴を攪拌し、上部から酸素を炉内へ供給する精錬用溶解還元炉へその炉上部から装入し、還元と溶解を行い、溶銑と溶滓を炉下部出銑口から排出する還元・溶解工程、

(f) 精錬用溶解還元炉の生成ガスを回収するとともに、その一部を予備還元用燃料として前記予備還元炉へ導入するガス回収工程。

なお、上記(4)又は(5)の溶銑の製造方法において、上記(2)に記載の方法、すなわち、炉内へ装入された原料混合物のベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させた後、高温還元する方法により

還元鉄を製造し、その還元鉄を堅型炉又は精錬用溶解還元炉へ装入する方法を採用してもよい。

図面の簡単な説明

第1図は従来の還元鉄の製造プロセスの一例の概略図である。

第2図は本発明の還元鉄の製造装置とこの装置を用いる還元鉄の概略の製造工程を示す図である。

第3図は回転炉床炉の縦断面図で、炉床の進行方向に対して垂直な面を示す図である。

第4図は本発明で用いる還元鉄製造原料の装入装置の一例の要部の構成を示す図である。

第5図は従来のスクリーフィーダーによる還元鉄の排出方法の説明図である。

第6図は本発明で用いる還元鉄の排出方法の説明図である。

第7図は本発明で用いる炉床に残留する還元鉄粉の除去方法の一例の説明図である。

第8図は本発明で用いる炉床に残留する還元鉄粉の除去方法の他の例の説明図である。

第9図は本発明で用いる炉床に残留する還元鉄粉及び固着物の除去方法の一例の説明図である。

第10図は本発明で用いる炉床に残留する還元鉄粉の除去方法の更に他の例の説明図である。

第11図は本発明で用いる還元鉄粉の炉床上での残留防止方法の一例の説明図である。

第12図は堅型炉を用いる溶銑の製造工程の概略と使用する設備の一例を示す図である。

第13図は製錬用溶解還元炉を用いる溶銑の製造工程の概略と使用する

る設備の一例を示す図である。

第 1 4 図は実施例で用いた高温加熱還元試験炉の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の還元鉄の製造方法とそのための装置、及び溶鉄の製造方法について、以下に詳細に説明する。

本発明（上記（１）及び（２）の発明）の還元鉄の製造方法は、酸化鉄を高温還元するに当たり、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤の混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成し、又は更にそのベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させ、炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と固体還元剤から発生する可燃性揮発成分（VM）と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内の温度が1100℃以上になるように維持して、粉状の酸化鉄を還元する方法である。なお、上記（１）の発明は、ベッドの押圧を行わずに酸化鉄を還元する方法であり、（２）の発明は、ベッドの押圧を行った後に還元する方法である。

ここで、「粉状酸化鉄」とは、酸化鉄が主成分の粉状の鉄原料であり、具体的には、前述した粉状の鉄鉱石や製鉄所で発生する鉄分を含んだダスト、スラッジ、スケール等をいう。これらを単独で、又は２種以上の混合物の状態で使用することができる。

「粉状固体還元剤」とは、石炭、木炭、石油コークス、コークス等の、主に炭素を含む固体物質の粉末である。これらも、単独で、又は２種以上組み合わせて使用することができる。

また、「均一な厚さ」とは、必ずしも厳密な意味での均一厚さを指すものではない。従って、「ほぼ均一な厚さのベッド」とは、実際上の不都合を来さずに還元が均等に進行する程度の“極端なレベルの違いがない厚さ”を意味する。

本発明で使用する還元炉の形式に特に制約はないが、前記の図1に示した回転炉床炉、すなわち水平に回転移動する加熱炉床（回転炉床）を有する還元炉が連続作業が可能となるので推奨される。

本発明の還元鉄の製造方法では、先ず、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して混合物（原料混合物）を得る。

使用する原料に含まれている水分等の条件によっては、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤とを混合する際、若干の水、バインダー（ベントナイト、石灰、有機系結合剤等）のいずれか一方あるいは両方を添加してもよい。これによって、均一かつ迅速に混合しやすくなるとともに回転炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成しやすくなる。また、水やバインダー添加はベッド表面からの微粉の飛散防止に効果的である。

また、還元鉄に含まれるスラグ成分の塩基度を調整するために、石灰（生石灰、石灰石等）を添加してもよい。これによって、還元炉の排ガス中に含まれる硫黄（S）濃度を低下できる。なお、石灰石を使用する場合、石灰石の分解に伴う吸熱を還元炉内での焼成時に補えるので、製鉄炉での燃料原単位が向上する。

本発明においては、原料混合物を塊成化する必要がないので、スケールなどは粗粉碎するだけで使用することができ、微粉碎は不要である。

また、亜鉛（Zn）等を含むダストを原料に使用した場合は、製品の還元鉄にZnが残留し、製品価値が低下することが懸念されるが、本発明の方法では炉内が高温のためZnのような低沸点金属は蒸発して排ガスとともに炉外へ排出される。したがって、これら低沸点金属の製品還元鉄中への残留量を低下させ、製品品位を高めることができるとともに、集塵設備で捕集されるダストにはこれら低沸点金属が濃縮されるので、これを回収し利用することが可能である。

次いで、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤の混合物をそのまま（粉状の混合物のまま）還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを

形成する。このようなベッドを形成するには、例えば、後述する第4図に示すように、原料混合物40を原料装入口38から回転炉床13を形成する台車上に装入した後、レベラー39を通過させればよい。レベラー39の炉床からの高さを調節することによりベッド41の厚さを容易に所望の厚さとすることができる。

一方、炉床上に単にベッドを形成するのみでは、ベッドの形成条件によっては、ベッド内に空隙が多く、受熱面であるベッド表面からベッドの深部（底部）への伝熱が遅れ、その結果、ベッドの深部における還元が遅れる場合がある。また、燃焼ガスによりベッド表面の微粉が飛散し、燃焼排ガスとともに炉外へ持ち出されるという問題が生じる場合もある。

この問題を解決するためには、炉床上にベッドを形成した後、そのベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させる工程を加えるのが効果的である。

例えば、後述する第4図に示すように、レベラー39を使用して原料混合物40をほぼ均一な厚さのベッド状にする際に、填圧ローラ42等を使用してベッド41を押圧することが極めて有効である。すなわち、押圧によりベッド内の空隙が減少して粒子同士が密着するので、ベッドからの微粒子の飛散が防止されるとともに、ベッド内の伝熱が促進され、その結果、還元が促進される。また、酸化鉄と固体還元剤との接触が良好になることも還元促進に寄与すると考えられる。

微粒子の飛散をより効果的に防止するためには、ベッドを形成した後に、又はそのベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させた後に、ベッド上にセメント含有液を散布するのが有効である。例えば、第4図に示すように、セメントの水溶液であるセメントミルクをノズル43からベッド41表面に散布すればよい。

続いて、炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元され

て発生するCOガスとを燃焼させ、炉内の温度が1100℃以上になるように維持して、ベッド中の酸化鉄を還元して還元鉄を製造する。なお、前記のベッドとは、レベラーを使用して形成した炉床上にベッド、又はそのベッドを更に押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させたベッドである。

燃料としては、天然ガス、重油等の通常使用されている燃料を用いる。後工程の製錬炉（縦型炉、製錬用溶解還元炉）から可燃性のガスが排ガスとして排出されるので、これを使用してもよい。

酸素含有ガスとしては、空気または酸素濃度が空気と同等あるいは空気組成よりも若干富に調整されたガスを使用するのがよい。

上記の酸化鉄の還元の際、炉内の燃焼ガスあるいは燃焼用空気などにより、酸化鉄の還元の遅れあるいは酸化鉄が還元されて生成した還元鉄の再酸化が懸念されるが、これについては以下のように考えることができる。すなわち、固体還元剤から可燃性揮発成分が発生する期間及び還元が進行して還元生成物であるCOガスが発生する期間においては、ベッド表面は可燃性揮発成分あるいは還元生成COガスにより覆われているので、生成した還元鉄が再酸化されることはない。還元が終了に近づき、COガスの発生速度が低下する期間においては、バーナーから供給する燃料量と燃焼用空気量の比を調整して、燃焼ガス中のCOガスとCO₂ガスの比が金属鉄が酸化しない範囲になるように調整すればよい。

従って、本発明の方法によれば、原料混合物のベッドの上に更に固体還元剤のベッドを載置する必要はなく、装入設備の簡素化を図ることができる。

高温還元を行うための炉内温度は、1100℃以上とする。1100℃を下回る温度域でも還元は進行するが、このような温度域では還元速度が遅くて工業生産には好ましくない。酸化鉄の還元中は吸熱反応によって原料混合物のベッド（以下、装入物ベッドともいう）の温度が炉内

の温度よりも低くなるから、十分に速い還元速度を得るためには炉内温度を1200～1400℃程度に維持することが望ましい。

ただ、この温度は還元の進行状況、使用する粉状の酸化鉄および固体還元剤の性状や混合割合等により調整されるべき性質のものである。すなわち、原料の炉内装入後間もない期間では、装入物の温度が低いので炉内温度を高め、保持して装入物の昇温を図るようにする方が還元の促進には有利である。また、原料である鉱石中の脈石や石炭中の灰分の組成によってはそれらの融点が変化するので、それに応じて炉内温度を制御し、還元進行中に溶解して流れ出さないように留意すべきである。ただし、装入物内における適度な量の融液の生成は、伝熱、反応促進の両面で良好な結果をもたらすので、積極的に活用すべきである。

酸化鉄を高温で還元するに当たり、還元に必要な時間を短縮するためには、装入物ベッドの温度を還元適正温度まで速やかに昇温することが望ましい。そのためには、装入物ベッドの加熱に当たり、装入物ベッド中の固体還元剤から発生する可燃性揮発成分の発生がほぼ終了するまでは酸素含有ガスを装入物ベッド表面へ供給して可燃性揮発成分をその表面で燃焼させ、可燃性揮発成分の発生が終了した後は、炉内温度が1100℃以上になるように、望ましくは1200～1400℃以上になるように加熱すればよい。

また、還元炉内で還元鉄が炉床に固着するのを防止するために、還元炉の炉床上に粉状の固体還元剤を薄く敷き、その上に装入物ベッドを形成する方法を採用してもよい。

上述したように、本発明（前記（1）及び（2）の発明）の還元鉄の製造方法は、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を単に混合して粉状のまま加熱された還元炉内の炉床上に装入し、高温加熱還元して還元鉄を製造する方法である。すなわち、従来採用されている塊成化（ペレット化）及び乾燥の工程を省略することを基本思想とするもので、次のような顕著

な効果が得られる。

① 還元処理に供する原料を塊成化する従来法のように鉄鉱石等の粉状酸化鉄や固体還元剤の粒子サイズをそろえる必要がない。また、製鉄所排出酸化物（スケール等）を原料として使用する場合でも、単に粗粉碎するのみで使用に供することができ、従来法で行われる微粉碎は不要である。

② 従来法で行われる塊成化工程では少なからぬ時間がかかるが、本発明の方法では粉状原料を単に混合してそのまま還元炉の炉床上に装入するだけでよいので、処理時間は極めて短く、プラントの稼働効率が向上する上に運転・保守も容易である。

③ ペレットは塊成化したままでは強度が不足するので、ハンドリング時の崩壊を防止するために乾燥して強度を増加させる必要があるが、本発明の方法では原料混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成するので、乾燥工程を必要としない。

④ すなわち、本発明の方法では、従来法で行われる原料の調整（微粉碎、粒度調整）、塊成化（ペレット化）工程、乾燥工程を省略することができ、製造能率の大幅な向上、還元鉄製造コストの大幅な低減が可能となる。

⑤ Znを含むダストを原料に使用した場合には製品の還元鉄にZnが残留して製品価値が低下することが懸念されるが、本発明の方法では、炉内が高温のためにZnのような低沸点金属は蒸発して排ガスとともに炉外へ排出されるので、これら低沸点金属の製品還元鉄中への残留量を低下することができ、製品品位を上げることができる。更に、集塵設備で捕集されるダストにはこれら低沸点金属が濃縮されるため、これを回収し利用することが可能である。

本発明（前記（3）の発明）の還元鉄の製造装置は、上記（1）の発明の方法を実施するための装置である。

この装置は、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合するための混合機と、混合して得られた原料混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する装入装置と、炉内へ装入された粉状の原料混合物中の酸化鉄を還元する回転炉床炉を有している。回転炉床炉は、原料混合物の装入口、酸化鉄を加熱還元して得られる還元鉄の排出口及び炉内で発生するガスの排気口を備える炉体と、炉内に設けられた水平に回転移動する炉床と、炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで燃料を燃焼させるバーナーを有している。

第２図～第４図は、上記（３）の還元鉄の製造装置を説明するための図である。第２図は装置の全体を模式的に示すとともに概略の製造工程を示す図で、破線で囲んだ部分が本発明の装置を表す。第３図は回転炉床炉の断面図で、炉床の進行方向に対して垂直な面を表す。また、第４図は装入装置の一例の要部の概略を示す縦断面図で、炉床の進行方向に対して平行な面を表している。

第２図に示すように、本発明の還元鉄の製造装置は、粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合するための混合機１６と、図示していない装入装置（第４図に示すように、回転炉床炉１１の上方に設けられている）と、回転炉床炉１１を有しており、回転炉床炉には、原料混合物の装入口１７（第４図参照）、還元鉄の排出口１８、炉内で発生するガス（廃ガス）の排気口１５、及び炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで燃料を燃焼させるバーナー１９が取り付けられている。

図示した例では、原料受け入れホッパー２０から粉状酸化鉄（粉鉱石）２１と粉状固体還元剤２２の他に、バインダー２３とダスト２４が混合機１６へ送られ、混合される。燃料としては、発電等に用いられる製鉄炉の排ガス２５の一部が使用されている。酸素含有ガスとしては、排気口１５から排出されるガス（廃ガス）を廃ガス燃焼装置２６で燃焼させ、発生する熱により予熱された空気２７が用いられている。廃ガスは熱交

換機 28 を通過した後、除塵装置 29 及び脱硫装置 30 を経て大気中へ放出される。符号 31、32 はブロワーである。

第 3 図に示すように、回転炉床炉の外郭は炉体 33 で、その内側に水平に回転移動する炉床（回転炉床）13 が設けられている。炉床 13 の下側にレール 34 が取り付けられており、固定された車輪 35 を駆動装置 36 によって駆動させることにより、炉床 13 は一定速度で回転する。なお、炉内はシール水 37 によってシールされている。炉床 13 上に装入された原料混合物のベッド 41 はバーナー 19 から吹き込まれる燃料の燃焼熱により還元される。

第 4 図に例示した装入装置は、原料装入口 38 とレベラー 39 を備え、回転炉床炉 11 の装入口 17 に取り付けられている。原料混合物 40 は粉状のまま原料装入口 38 から炉内に装入され、レベラー 39 を通過する間にその厚さが調節され、炉床 13 を形成する台車上にほぼ均一な厚さのベッド 41 が形成される。

第 4 図には、原料混合物のベッド 41 を押圧するための手段としての填圧ローラー 42 が取り付けられている。この填圧ローラー 42 を備えた装置を用いれば、炉床上に形成された原料混合物のベッド 41 を填圧ローラー 42 で押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させる工程を含む上記（2）の発明の方法を実施することができる。

更に、第 4 図にはセメント含有液を散布するためのノズル 43 が取り付けられている。このノズル 43 を用いて、前述したように、ベッドを形成した後又はベッド 41 を押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させた後に、ベッド上にセメントミルク等を散布することができる。

上記の還元鉄の製造装置により還元鉄を製造するに当たり、得られた還元鉄を炉床外へ排出し、あるいは排出されず炉床に残留する粉状の還元鉄を除去して炉床を常に清浄に維持するなどのために、種々の方法及び装置が適用できる。以下に具体的に説明する。

従来、還元鉄の製造は、炉内温度が1100～1300℃に維持された回転炉床炉の炉床上に塊成化物（ペレット）を10～20mmの薄い厚みで敷き、主に炉内壁からの輻射熱で900℃以上に昇温し、炉床が1回転する間に所定の金属化率に達するように炉床の回転速度を調整しつつ還元焼結させ、排出部からスクリーフィーダにより排出することにより行われている。

第5図は、従来、排鉱装置として用いられているスクリーフィーダーによる還元鉄の排出方法の説明図で、（a）は回転炉床の上面図、（b）は排出部の近傍の縦断面図である。図示するように、原料装入部12から回転炉床13上に装入された原料混合物40は炉床13の回転に伴って1回転する間に原料中の酸化鉄が高温還元され、還元鉄として製品排出部14からスクリーフィーダー44により排出される。排出は、還元鉄がスクリーフィーダー44に到達した後、スクリーの回転により炉床13の移動方向と直交する方向（図中に白ぬき矢印で表示）に移動し、炉床13の外周側へ排出されることにより行われる。なお、スクリーフィーダー44のすぐ後には還元鉄を蓄積させるためのストッパーフェンス45が設置されている。また、図示した例では、炉床13の下側にレール34が取り付けられており、固定された車輪35を駆動させることによって炉床13は一定速度で回転する。炉内はシール水37によってシールされている。

しかし、スクリーにより還元鉄が炉床の外周側へ到達して排出されるまでには時間を要するため、スクリーフィーダーの前では還元鉄の滞留量が多くなる。特に、炉床の内周側の端部付近にある還元鉄は、内周側から外周側まで長い距離を移動しなければならないだけでなく、外周側に到達するまでの間に炉床の他の部分にある還元鉄と混合されることによってさらに滞留を余儀なくされ、長い時間炉内に滞留することとなる。

このような問題を解決するためには、回転炉床炉内で焼成して得られた還元鉄を素早く炉外へ排出することが必要であるが、以下に述べるいくつかの方法を採用することができる。

例えば、粉状酸化鉄を回転炉床を有する還元炉で還元して得られる還元鉄を炉床の移動方向と直角の方向に往復移動する押し出し装置により排出する方法を採用して還元鉄の製造を行ってもよい。

第6図の(a)および(b)はこの方法の一例の説明図で、押し出し装置としてプッシャーを用いる場合である。(a)は概略平面図、(b)は(a)のA-A矢視図である。図示するように、押し出し装置として、回転炉床炉の排出部の炉床13の内周側(炉床外)に、炉床13の移動方向と直角の方向に往復移動する板状のプッシャー46が設置されている。

炉床13の回転に伴って排出部へ移動してくる還元鉄は、プッシャー46の矢印方向への移動により炉床13の外周側から炉床外へ押し出され、排出シュート47を介して排出される。図示した例では、破線で示したプッシャー46の移動範囲に沿ってその下流側(炉床の移動方向側)にストッパーフェンス45が取り付けられており、プッシャー46はこのフェンス45に沿って移動するので、還元鉄50は残らず確実に排出される。なお、炉床13の外周部まで移動したプッシャー46は直ちに元の位置へ戻り、次の排出のため再び矢印方向へ移動する。

還元鉄を、上記のような押し出し装置により排出するのではなく、炉床の幅方向の中央を起点として炉床の移動方向に向けてV字状に広がる排出ガイドフェンスに沿って炉床の両側に排出する方法を採用して還元鉄の製造を行ってもよい。

第6図の(c)および(d)はこの方法の一例の説明図で、(c)は概略平面図、(d)は(c)のB-B矢視図である。図示するように、回転炉床炉の排出部の炉床13上に、炉床13の幅方向の中央を起点と

して炉床 13 の移動方向（下流側）に向かって V 字状に広がる排出ガイドフェンス 48 が設置されている。この場合は、その広がり角度は炉床 13 の移動方向に対して両側にそれぞれ約 45 度である。

炉床 13 の回転に伴って排出部へ移動してくる還元鉄は、排出ガイドフェンス 48 に到達すると、このガイドフェンス 48 に沿って左右に分けられ、炉床 13 の両側に設置された排出シュート 47 へと導かれる。図示した例では、このガイドフェンス 48 の手前（上流側）にこれと平行して補助ガイドフェンス 49 が取り付けられているので、排出流れがよく、還元鉄 50 は滞留せずに円滑に排出される。

排出ガイドフェンスの設置角度は特に限定されないが、還元鉄を炉床上に滞留させず、しかも、素早く炉外へ排出するためには、図示したように、炉床の移動方向に対して両側にそれぞれ約 45 度の角度で設置するのが望ましい。

排出ガイドフェンスの高さは、このフェンスに到達した還元鉄が排出シュートへ導かれるまでの間にフェンスを超えることがない程度以上の高さであればよい。

これらの方法によれば、回転炉床炉内で焼成して得られた還元鉄を素早く炉外へ排出することができ、その結果、前述した還元鉄の再酸化による金属化率の低下を防ぎ、また、再酸化を防止するための冷却装置の設置による炉床上の加熱面積の減少を避けて還元鉄の生産率を維持することが可能となる。

上記従来の還元鉄製造プロセスにおいては、塊成化物（ペレット）を回転炉床炉内へ装入する際、塊成化物が粉化して粉が発生する。また、装入後においても、高温還元される際に割れが発生し、粉が生じる。こうして発生した粉は回転炉床炉内で還元され金属鉄粉（還元鉄粉）となるが、この還元鉄粉は排出部に設置されているストッパーフェンスと炉床の隙間をすりぬけて排出されずに炉床上に留まり、炉床の回転に伴っ

て再び原料装入部に送られて加熱を受けるという循環を繰り返し、回転炉床炉内に滞留する。

滞留した還元鉄粉は、しばらくの間は鉄粉のままであるが、長時間炉内に滞留すると、鉄粉どうしが焼結して、炉床上に「固着物」として付着し、やがて炉床が鉄板でコーティングされた状態となり、場合によっては熱変形して炉床面に凹凸を生じさせる。炉床面にこのような凹凸が発生すると、原料を焼成する際に焼成むらが生じて還元鉄の金属化率が大幅に低下するのみならず、操業に支障を来し、操業上の大きな問題にも発展しかねない。さらに、炉床レンガに付着した鉄は、それに機械的な力が加わるとレンガに剝離割れを生じさせる原因にもなる。

本発明の還元鉄の製造方法においては、原料混合物を粉状のまま還元炉内へ装入してベッド状にするのであるが、還元が終了した時点ではベッド状のまま焼結され板状となっている。しかし、粉の生成を避けることはできず、このような状態において、長時間にわたってに安定した操業を続けるには、上記の問題に対する対応策を講じることが必要となる。

その対策として、例えば、炉床上に残留する還元鉄粉を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、噴射ガス流により吹き飛ばして炉床上から除去する方法を採用することができる。なお、「還元鉄の排出部から原料装入部までの間」とは、還元鉄の排出部から炉床の移動方向に向かって原料装入部までの、原料やそれが還元されて生じた還元鉄が載置されていない炉床上の区間である。

第7図は、この方法の一例の説明図である。なお、図は、炉床の移動方向に対して垂直な断面を示す。図示するように、ガス噴射ノズル51が斜め上方から炉床表面に向けて配置されており、このガス噴射ノズル51からガスを噴射して残留還元鉄粉52を吹き飛ばし、炉床表面を清浄に維持する。

ガス噴射ノズルの炉床表面に対する角度および炉床表面からの高さは

特に限定されない。還元鉄粉を吹き飛ばして効果的に炉床上から除去できるように適宜調整する。

ガスの噴射は、炉床の移動方向と直交する方向に並べて設置したノズルから炉床の移動方向に向けて行ってもよいが、図示するように、炉床 13 の移動方向と直交する方向ないしはそれに近い方向に往復移動可能なガス噴射ノズル 51 を用い、このノズル 51 を図中に矢印で示すように往復移動させながら行うのが望ましい。

ガス噴射ノズルは、先端の断面形状が円形もしくはそれに近い場合は、一本ではなく、炉床の円周方向に複数本並列に配置して用いるのが望ましい。また、ノズルの先端の断面形状が扁平で炉床の円周方向に広がっているノズルを使用してもよい。

噴射するガスの種類は特に限定されないが、炉床レンガの保護と残留する還元鉄粉の再酸化の防止の観点から、窒素ガスが望ましい。なお、ガスの噴射圧力についても限定はなく、還元鉄粉を効果的に炉床上から除去できるように適宜調整すればよい。

炉床上に残留する還元鉄粉を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、回転する羽根を備える箒で掃き出して炉床上から除去する方法を採用して還元鉄の製造を行ってもよい。なお、ここでいう「回転する羽根を備える箒」とは、炉床上の残留還元鉄粉を掃き出すという清掃の機能を有するものをいい、羽根ないしは羽根状のものを有する箒に限らず、一定の固さと太さをもった毛状のものを有する箒（通常、“ブラシ”と称されるもの）等でもよい。

回転する羽根を備える箒としては、例えば、周囲に清掃ブラシを保有する円筒状の箒で、この円筒の軸を回転軸として正逆方向に回転可能（つまり、回動可能）に構成されたものを用いればよい。次に述べる第 8 図の拡大図に示す回転羽根箒 53 がこれに該当する。

このような回転する羽根を備える箒を用い、これを適宜正方向または

逆方向に回転させるとともに炉床の移動方向と直交する方向ないしはそれに近い方向に往復移動させながら残留還元鉄粉を掃き出して炉床上から除去する。

第8図は、この方法の望ましい一例の説明図である。なお、図は、炉床の移動方向に対して垂直な断面を示す。

この例では、回転する羽根を備える箒として、周囲に清掃ブラシ54を保有する円筒状の箒であってその円筒の軸55を回転軸として正逆方向に回転可能に構成された回転羽根箒53（拡大図参照）を、その円筒の軸と直交する方向に多数連結して環状の回転羽根箒群56としたものを用いる。すなわち、この回転羽根箒群56を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、炉床13の幅方向に複数台配置し（図示した例では2台配置）、回転羽根箒群56を構成するそれぞれの回転羽根箒53を適宜正方向または逆方向に回転させるとともに環状をなす回転羽根箒群56の環自体を炉床13の移動方向と直交する方向ないしはそれに近い方向に向けて正方向または逆方向に回転させ、炉床上の残留還元鉄粉を除去する。環状の回転羽根箒群56を炉床上に1台配置し、これを上記のように回転させながら炉床13の移動方向と直交する方向ないしはそれに近い方向に往復移動させてもよい。

この環状の回転羽根箒群を用いれば、残留する鉄粉を短時間で効率よく除去し、炉床表面を清浄に維持することができる。

回転羽根箒の幅（回転軸方向の長さ）は、特に限定されないが、回転炉床の幅と同じくらいにするのが望ましい。

回転羽根箒の移動速度も特に限定されないが、炉床の幅と同じ程度の幅を有する回転羽根箒で炉床面全体を清掃するとすれば、少なくとも炉床の移動速度と同程度以上の速度とする必要がある。

炉床上に還元鉄粉が残留するとともに固着物が存在する場合は、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、炉床の移動方向と交差する方向

に往復運動が可能で、かつ下端を炉床に接触させたスクレーパーにより掻き取って炉床上から除去する方法を採用して還元鉄の製造を行うのが望ましい。

第9図は、この方法の一例の説明図である。なお、図は、炉床の移動方向に対して垂直な断面を示す。図示するように、スクレーパー57は、その下端が炉床面と接触しており、炉床13の移動方向と交差する方向に往復運動できるように構成されている。なお、炉床の移動方向と交差する方向とは、炉床の移動方向と直交する方向、ないしはそれに近い方向（直交する方向に対して20°以下または-20°以上の角度をなす方向）をいう。

この方法では、上記のスクレーパーを炉床の移動方向と交差する方向に往復運動させながら炉床上に残留する還元鉄粉および固着物を掻き取って炉床上から除去する。スクレーパーの移動距離を短くするという点からすれば、炉床の移動方向と直交する方向に往復運動させるのが望ましいといえる。図示するように、スクレーパーの先端部に適度な角度を付けておけば、掻き取り効果が大きく、炉床上に付着した固着物も除去できる。なお、スクレーパーの幅は回転炉床の幅と同じくらいが望ましい。

炉床上に残留する還元鉄粉を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間に設けられた吸引フードを通して吸引し、炉床上から除去する方法を採用して還元鉄の製造を行ってもよい。

第10図は、この方法のうち吸引ブロワにより吸引する場合の一例の説明図である。なお、図は、炉床の移動方向に対して垂直な断面を示す。

図示するように、還元鉄の排出部から原料装入部までの間の炉床上に吸引フード58（図示した例では、6区画に分割されている）が設けられており、分割されたそれぞれの吸引フード58は最終的に1本の管にまとめられ、バグフィルター59を経て吸引ブロワー60に接続されて

いる。炉床上に残留する還元鉄粉は、この吸引ブローワー 60 によって吸引され、バグフィルター 59 で回収される。

吸引フードは、炉床 13 の幅全体にわたって設けられているのが望ましい。

還元鉄の炉外への排出を、前述した押し出し装置や V 字状の排出ガイドフェンスによるのではなく、従来のスクリュューフィーダーにより行う場合、排出部に設けられた排鉱装置の固定ストッパーフェンスの炉床移動方向側に下端を炉床に接触させたスクレーパー型ゲートを設け、還元鉄粉の炉床上での残留を防止する方法を採用するのが望ましい。

第 11 図は、この方法の一例の説明図である。なお、図は、炉床の移動方向（図中に矢印で表示）に平行な縦断面を示す。図示するように、スクリュューフィーダー 44 の後方（下流側）に設けられた還元鉄製品 50 を溜め置くための固定ストッパーフェンス 45 の炉床移動方向側に、下端を炉床面に接触させてスクレーパー型ゲート 61 を設けておく。

固定ストッパーフェンス 45 と炉床面との間には若干の隙間が存在するが、この隙間は還元鉄を排出する際の還元鉄と炉床面の摩耗によって徐々に拡大する。そのため、還元鉄粉 52 はこの隙間をすりぬけて排出されずに炉床上に留まり、炉床 13 の回転に伴って再び原料装入部に送られて加熱を受けるという循環を繰り返し、回転炉床炉内に滞留する。そこで、固定ストッパーフェンス 45 の炉床移動方向側にスクレーパー型ゲート 61 を設ける。このスクレーパー型ゲート 61 は、上方から軽く炉床 13 面に押さえつけられ、炉床面に接触して炉床面との間の隙間を塞ぐように構成されているので、固定ストッパーフェンス 45 と炉床面との間の隙間をすりぬけてもスクレーパー型ゲート 61 によって通過が阻止され、還元鉄粉 52 の炉床上における残留が防止されて炉床表面が清浄に維持される。

スクレーパー型ゲート 61 の設置位置は、ゲート 61 を炉床 13 上に

軽く押さえつけるのに支障がない限り、固定ストッパフェンス４５のすぐ後方、すなわち、図示するようにストッパフェンス４５に密着させて取り付けるのが望ましい。また、このスクレーパー型ゲート６１は、固定ストッパフェンス４５と炉床面との間の隙間（間隔）が炉床の幅方向で異なっている場合に対応できるように、幅方向に分割しておくことが望ましい。

この方法によれば、炉床上における還元鉄粉の残留を未然に防いで炉床を清浄に維持することができる。

上述した本発明の還元鉄の製造装置を用いれば、前記本発明の還元鉄の製造方法を容易に実施することができ、その特徴を十分に発揮させることができる。

本発明（前記（４）及び（５）の発明）の溶銑の製造方法は、上記（１）の発明の方法で製造した高温の還元鉄を原料として使用し、溶銑を製造する方法である。（４）の方法は豎型炉を使用する場合であり、（５）の方法は製錬用溶解還元炉を使用する場合である。

なお、前述したように、（４）又は（５）の発明の溶銑の製造方法において、上記（２）に記載の方法、すなわち、炉内へ装入された原料混合物のベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させた後、高温還元する方法により還元鉄を製造し、その還元鉄を豎型炉又は精錬用溶解還元炉へ装入する方法を採用してもよい。

これらの方法において、原料の混合工程から還元工程まで、すなわち、「発明の開示」の欄に記載した（４）及び（５）の発明の工程（ａ）から工程（ｃ）までは、前述した（１）の発明におけると同様であり、（１）の発明で採用する前記の種々の実施態様で用いる方法についても、単独で、又は幾つかを組み合わせる採用することができる。

従って、ここでは、（４）及び（５）の発明の工程（ｄ）から工程（ｆ）について説明する。

工程（d）は、還元工程（（4）及び（5）の溶銑の製造方法では、これを予備還元工程と称している）で得られた還元鉄を予備還元炉から500℃以上の温度で排出させる工程である。

排出時の温度を500℃以上とするのは、この温度以上であれば、還元鉄が有する熱を次工程の溶解に有効に利用して還元鉄の溶解速度を向上させることができ、設備のコンパクト化を図れるとともに、プロセス全体としてのエネルギー効率を向上させ得るからである。しかし、排出時におけるベッドの内部温度が1170℃以上であるとベッド内に融液が存在する可能性があり、排出作業に支障を来すおそれがあるので、炉外へ排出する前にベッドの内部温度が1170℃を下回るように加熱を停止しておくことが望ましい。なお、短時間でベッド内の温度を1170℃より低くする方法としては、常温の還元ガスや窒素などの不活性ガスをベッド表面に吹き付ける方法、水冷板をベッド表面に接触させる方法等、さまざまな方法が採用できる。

次の工程（e）は還元・溶解工程で、前記（4）の溶銑の製造方法では豎型炉を用いる。

第12図は、（4）の溶銑の製造方法における工程内容の概略と使用する設備機械の一例を示す図である。図示するように、還元鉄50は高温状態で回転炉床炉11に設けられた排出口18から連続的に排出され、次の豎型炉62による還元・溶解工程へ送られる。

豎型炉までの距離が遠い場合には、還元鉄は窒素等の不活性ガスが封入された密閉式の容器（図示せず）に容れて搬送されるが、通常は、豎型炉は予備還元炉である回転炉床炉に隣接して設置されるので、外気から遮断され、窒素などの不活性ガスあるいは豎型炉の排ガス等の還元ガスが満たされた搬路内をバケットコンベア等によって豎型炉に装入される。なお、還元鉄は、予備還元が終了した時点でベッド状のまま焼結されているので、軽く粗粉碎してからコンベアで搬送すればよい。

この還元・溶解工程では、高温状態の還元鉄50と、塊粒状の炭材（コークス、石炭等）63及びスラグ塩基度調整用のフラックス64を、炉内に炭材の充填層（図示せず）を有し、炉下部に設置された羽口65から酸素含有ガス（例えば、空気66）又は酸素67を吹き込み羽口前の炭材を燃焼させて高温の還元ガスを発生させる豎型炉62へその炉上部から装入し、還元と溶解を行い、溶銑と溶滓68を炉下部出銑口から排出する。

このように、（4）の溶銑の製造方法において使用される製錬炉は、炉内に炭材の充填層を有する豎型炉であり、高炉と同様に羽口前の燃焼帯の周囲は炭材で囲まれているため、耐火物が高温ガスに直接さらされて溶損するのを防止できる。さらに、前記の特公平3-60883号公報に記載の方法で採用する鉄浴式の製錬炉では湯溜まりを攪拌しているのに対し、この豎型炉では湯溜まりの攪拌がないことから、耐火物の寿命延長に極めて効果的である。

また、炭材充填層が形成されているため還元雰囲気が高炉と同程度に強く、溶銑中の硫黄を低く抑えることができ、良質な溶銑を製造できるとともに、スラグ中のFeO濃度を高炉並に低く維持できるため耐火物の損耗抑制に極めて有効である。

熱効率の点においても、炉上部から炭材と還元鉄を装入するので、高炉と同様にガスと固体（装入物）の間では向流式熱交換が行われ、高い熱効率が確保される。さらに、炭材としてコークスを使用する場合、図示するように、羽口65から炭素含有物質69を吹き込むこと、及び、羽口65上方の炉側壁部から空気66を吹き込み、炉内のCO、H₂ガスを燃焼させてその燃焼熱を還元鉄の溶解に利用することにより、コークス使用量を低減することができる。

豎型炉から発生する排ガス等については、これを系内で使用してもよい。第12図に示した例では、排ガス24等を豎型炉62の羽口6

5から吹き込むとともに回転炉床炉11の原料の一部として使用している。これにより、原燃料の使用効率が向上するとともに、ダスト等の系外への排出がなくなり、廃棄が不要になるので、コストおよび環境保全の面で有利である。

前記(5)の溶銑の製造方法では、還元・溶解工程で製錬用溶解還元炉を用いる。

第13図は、(5)の溶銑の製造方法における工程内容の概略と使用する設備機械の一例を示す図である。図示するように、還元鉄50は高温状態で回転炉床炉11に設けられた排出口18から連続的に排出され、次の製錬用溶解還元炉71による還元・溶解工程へ送られる。

製錬用還元溶解炉までの距離が遠い場合には、竖型炉を用いる場合と同様、密閉式の容器に容れて搬送されるが、通常は、製錬用還元溶解炉は予備還元炉である回転炉床炉に隣接して設置されるので、外気から遮断され、窒素などの不活性ガスあるいは製錬用還元溶解炉の排ガス等の還元ガスが満たされた搬路内をバケットコンベア等によって製錬用還元溶解炉に装入される。なお、還元鉄は、予備還元が終了した時点でベッド状のまま焼結されているので、軽く粗粉碎してから製錬用還元溶解炉に装入すればよい。

この還元・溶解工程では、高温状態の還元鉄50と炭材63とスラグ塩基度調整用のフラックス64を、炉内に熔融金属浴72と熔融スラグ浴73とを有し、底部から攪拌用ガス74を熔融金属浴72内へ吹き込んで熔融金属浴72と熔融スラグ浴73を攪拌し、上部から例えば水冷ランス75により酸素を炉内へ供給する製錬用溶解還元炉71へその炉上部から装入し、還元と溶解を行い、溶銑と溶滓68を炉下部出銑口から排出する。

製錬用溶解還元炉内では、炉上部から炉内へ導入する酸素により炭材を燃焼させ、さらに、還元鉄中に含まれる未還元の酸化鉄が還元されて

生成するCOガス、および炭材から発生する可燃性ガスの一部を燃焼させて、発生する燃焼熱で、還元鉄、炭材中の灰分およびフラックスを溶解するとともに、前記炭材で還元鉄中に含まれる未還元酸化鉄を還元する。炭材から発生する可燃性ガスとは、CO、H₂ガス等である。なお、このとき、酸化鉄の還元に必要な熱も供給され、また、熔融した金属浴中への浸炭に必要な炭素も供給される。

前記の炭材としては、一般に、石炭が用いられ、フラックスとしては、生石灰、ドロマイト等が用いられる。

この製錬用溶解還元炉は高炉のような充填層タイプの炉ではないので、コークスを使用せず、コークス用強粘結炭が不要であることに加え、多額の投資を必要とし環境面でも多くの制約があるコークス炉を必要としないという大きな利点がある。

製錬用溶解還元炉から発生する排ガス等については、これを系内で使用してもよい。第13図に示した例では、排ガス24を製錬用溶解還元炉71の上部から装入するとともに原料の一部として使用している。これにより、原燃料の使用効率が向上するとともに、ガス等の系外への排出がなくなり、廃棄が不要になるので、コストおよび環境保全の面で有利である。

工程(f)はガス回収工程で、竪型炉又は製錬用溶解還元炉の生成ガスを回収するとともに、その一部を予備還元炉用燃料として予備還元炉へ導入する。すなわち、第12図又は第13図に示したように、生成ガス(排ガス25)を、サイクロン等の除塵機70でガス等を除去した後、回収する。回収したガスは、そのまま下工程へ送ったり、あるいは発電用に用いるが、その一部を回転炉床炉11(予備還元炉)へ導入する。

このように、(4)又は(5)の溶銑の製造方法によれば、予備還元炉内で粉状の鉄原料の還元を速やかに進行させて還元鉄を製造できると

ともに、その還元鉄を高温状態で堅型炉又は製錬用溶解還元炉に装入して高熱効率で溶解し、良質の溶銑を製造することができる。

(実施例 1)

第 1 表～第 3 表に示す組成の粉状鉄原料、粉状固体還元剤としての石炭（微粉炭）およびベントナイト（バインダー）を準備した。第 4 表に粉状鉄原料および石炭の粒度構成を示す。

第 1 表

| | 化 学 組 成 (mass%) | | | | | | |
|--------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------|--------------|
| | T.Fe | Fe ₂ O ₃ | Fe ₃ O ₄ | FeO | Zn | C | スラグ成分 L.O.I. |
| 鉄鉱石 A | 67.5 | 96.3 | 0.0 | 0.2 | 0.006 | 0.0 | 3.5 |
| 鉄鉱石 B | 66.0 | 0.0 | 82.4 | 8.2 | 0.003 | 0.0 | 9.4 |
| 製鉄所ガス | 31.3 | 38.7 | 0.0 | 5.4 | 1.9 | 30.2 | 23.8 |
| ミルスケール | 73.8 | 0.0 | 1.9 | 93.2 | 0.005 | 0.0 | 4.9 |

(注) L.O.I. はイグニッションロス(Loss on Ignition)

第 2 表

| | 化 学 組 成 (mass%) | | | |
|----|-----------------|------|-----|------|
| | 固定炭素 | 揮発分 | 灰分 | 全炭素量 |
| 石炭 | 64.8 | 25.8 | 9.4 | 78.5 |

第 3 表

| | 組 成 (mass%) | | |
|--------|-------------|--------------------------------|--------|
| | 脈石 | Fe ₂ O ₃ | L.O.I. |
| ベントナイト | 78.5 | 15.4 | 6.1 |

(注) L.O.I. はイグニッションロス(Loss on Ignition)

第 4 表

| 粒度調整後の粒度構成 | |
|------------|---|
| 鉄鉱石A | -325 mesh : 90mass% |
| 鉄鉱石B | -325 mesh : 90mass% |
| 製鉄所ダスト | -0.5mm : 90mass%、-0.05mm : 30mass% |
| ミルスケール | -3mm : 90mass%、-1mm : 50mass% |
| 石炭 | -200 mesh : 75mass%、-325 mesh : 60mass% |

これらを第5表に示す配合割合で混合し、原料混合物を得た。

また、比較のため、原料混合物の一部は、これをパン型ペレタイザーで直径18mmの生ペレットに塊成化し、その後115℃に加熱して水分を90%以上除去した乾燥ペレットとした。

第 5 表

| | 原料配合割合 (mass%) | | | | | |
|-------|----------------|------|--------|--------|------|-------------|
| | 鉄鉱石A | 鉄鉱石B | 製鉄所ダスト | ミルスケール | 石炭 | ベントナイト 添加水分 |
| 混合原料P | 79.7 | — | — | — | 20.3 | 0.0 0.0 |
| 混合原料Q | 71.7 | — | — | — | 18.3 | 0.0 10.0 |
| 混合原料R | 70.5 | — | — | — | 18.0 | 1.5 10.0 |
| 混合原料S | — | 79.5 | — | — | 20.5 | 0.0 0.0 |
| 混合原料T | 67.2 | — | 14.8 | — | 18.0 | 0.0 0.0 |
| 混合原料U | — | — | 30.7 | 53.0 | 16.3 | 0.0 0.0 |

これらの原料混合物及びペレットについて、第14図に示す小型の高温加熱還元試験炉((a)は概略縦断面図であり、(b)は(a)のA-A矢視断面図である)を用い、第6表に示す条件で還元試験を行った。

第6表に示す「還元時における原料混合物の形態」の欄の「ベッド状」とは本発明の方法によるものを、「ペレット」とは従来法によるものをそれぞれ意味する。「ベッドの押圧処理」とは、原料混合物を炉内へ装入する前にレベラーでほぼ35mmのベッドにした後、填圧ローラーで高さ20mmになるまで押圧したものである。また、「炉内平均温度」とは、ベッド表面(ペレットを使用した場合にはペレット堆積物表面)

への酸素含有ガスの吹き付けを停止した後の炉内空間部の平均ガス温度である。なお、炉内に吹き込む「酸素含有ガス」としては「空気」を使用した。

第 6 表

| | 混合原料の | | 混合原料の 種 類 | 混合原料の 形 態 | ベッドの 押圧処理 の有無 | セメント水溶液 の散布 の有無 | ベッド表面への 酸素含有ガス 直接吹付けの有無 | | 炉内平均温度 (℃) | 還元時間 (min) | 金属化率 (%) |
|------|--------|--------|--------------|--------------|---------------------|-----------------------|-------------------------------|----|---------------|---------------|-------------|
| | ケース | 番号 | | | | | | | | | |
| 本発明例 | ケース 1 | 混合原料 P | ベッド状 | 無し | 無し | 無し | 無し | 無し | 1300 | 18 | 91.7 |
| | ケース 2 | 混合原料 Q | ベッド状 | 無し | 無し | 無し | 無し | 無し | 1300 | 21 | 91.8 |
| | ケース 3 | 混合原料 R | ベッド状 | 無し | 無し | 無し | 無し | 無し | 1300 | 21 | 91.6 |
| | ケース 4 | 混合原料 P | ベッド状 | 有り | 無し | 無し | 無し | 無し | 1300 | 15 | 92.0 |
| | ケース 5 | 混合原料 P | ベッド状 | 無し | 無し | 有り | 無し | 無し | 1300 | 20 | 91.4 |
| | ケース 6 | 混合原料 P | ベッド状 | 有り | 有り | 無し | 有り | 有り | 1300 | 10 | 92.1 |
| 比較例 | ケース 7 | 混合原料 R | ペレット | — | — | 無し | 有り | 有り | 1300 | 10 | 92.2 |
| | ケース 8 | 混合原料 S | ベッド状 | 有り | 有り | 無し | 有り | 有り | 1300 | 9 | 92.0 |
| 本発明例 | ケース 9 | 混合原料 T | ベッド状 | 有り | 有り | 無し | 有り | 有り | 1300 | 10 | 91.9 |
| | ケース 10 | 混合原料 U | ベッド状 | 有り | 有り | 無し | 有り | 有り | 1300 | 9 | 92.0 |

第 1 4 図に示すように、高温加熱還元試験炉 7 6 にはバーナーが上下 2 段に設置されており、下段のバーナー 7 8 は固体還元剤から可燃性揮発成分が発生している期間だけ酸素含有ガスとして空気をベッド 4 1 又はペレットの表面に吹き付けて可燃性揮発成分を燃焼するためのものである。可燃性揮発成分の発生が終了した時点でこの下段バーナー 7 8 の使用を停止した。一方、上段のバーナー 7 7 は炉内の温度を所定温度に維持するための加熱用バーナーである。

なお、この試験炉は固定式であるためバーナーを上下 2 段に設置したが、回転炉床炉の場合は 2 段にする必要はなく、1 段でもよい。すなわち、回転炉床では、原料装入部の下流側に位置する可燃性揮発成分の発生区間に設置されたバーナーの角度を酸素含有ガスが装入物ベッドの表面に吹き当たるような角度にしておけばよい。また、炉内へ吹き込む酸素含有ガスは排ガスと熱交換して約 5 0 0 ～ 6 0 0 ℃程度に予熱してから吹き込むのが有利である。

還元試験では、金属化率の目標値を 9 2 % と設定し、この目標値を達成できる還元時間を測定した。その結果を前記第 6 表に併せて示す。

試験は、まずケース 1 の条件で実施した。その結果、ペレット化しなくても、還元時間を約 1 8 分かければ金属化率 9 2 % を達成できることが確認できた。この還元時間は、通常の天然ガスを改質して得られた還元ガスを使用するシャフト炉型直接還元方式の還元時間が約 8 ～ 1 0 時間であることと比較すると、極めて短くてよいことを示している。

ケース 2 は粉状の原料に水分を添加した場合で、水分の添加によって均一混練が非常に容易となることが確認された。但し、第 6 表の結果に示されるように、水分を添加すると還元時間がケース 1 の場合よりも約 3 分間長くなった。この結果から、水分の添加量はできるだけ減らすべきであるが、混練のしやすさ等を考慮すれば、水分を添加しても適正な還元時間を確保できる範囲内であれば水分の添加を行ってもよいと考え

られる。

ケース 3 は粉状の原料にバインダーを添加した場合で、ケース 2 の場合とほぼ同じ結果が得られ、バインダーの添加によって均一混練が容易となることが確認できた。

また、排ガス中に含まれるダスト量の炉内への原料装入量に対する割合（ダストロス割合）は、ケース 1 では 0.5%であったのに対してケース 3 では 0.3%に低下しており、原料の飛散抑制にも効果的であることを確認できた。

ケース 4 は原料混合物のベッドを押圧して見掛け密度を上昇させた場合で、還元時間は 15 分と短縮しており、押圧の効果が大きいことを確認した。このベッドを押圧することによる還元時間の短縮は、押圧により原料の粒子同士が密着してベッド内の伝熱が促進され、ベッド内の昇温速度が上昇した結果、還元が増大したためと考えられる。

また、ダストロス割合は 0.2%であり、ケース 1 の 0.5%と比較すると低下していることから、原料の飛散抑制にも効果的であることを確認した。

ケース 5 は原料混合物のベッド表面にセメントの水溶液を散布してから高温還元を行った場合である。この場合は、水分の影響でベッドの昇温が遅れたため還元時間が長くなったが、ダストロス割合はケース 1 では 0.5%であったのに対して 0.1%に低下しており、原料の飛散抑制に非常に効果があることを確認した。

ケース 6 は原料混合物のベッドを填圧ローラーで押圧した後、石炭中の可燃性揮発成分の発生が続く約 2 分間だけベッド表面に空気を供給し、石炭から発生する可燃性揮発成分をベッド表面でも燃焼させた場合である。この結果、還元時間は 10 分と、ケース 4 での 15 分よりも更に 5 分間も短縮され、ベッドから発生する可燃性揮発成分の燃焼をベッド表面でも行わせながら加熱、昇温する方法の有利性を確認することができ

た。

ケース 7 は従来の乾燥ペレットを使用した場合である。この場合の還元時間は 10 分であり、ケース 6 の場合に比較してほぼ同程度であった。この結果から、原料混合物を粉状のままベッド状に炉内に装入して還元する本発明の方法は、塊成化（ペレット化）して使用する場合と比較しても遜色のない還元法であることを示すものと言える。

ケース 8 は表 1 に示した鉱石 B（酸化鉄の形態がマグネタイト）を使用した場合であるが、このときの還元時間は 9 分で、ケース 6（酸化鉄の形態がヘマタイトの鉱石 A を使用）と比較すると若干短かった。これは、マグネタイトとヘマタイトの金属鉄までの還元はいずれも吸熱反応であるものの、鉄原子当たりの反応熱はマグネタイトの方が約 4760 kcal/kmol 少ないために装入物ベッド内の温度低下が小さく、その結果、還元反応が促進されたものと考えられる。

ケース 9 は鉱石 A に製鉄所内発生ダストをブレンドした鉄原料を使用した場合であり、ケース 10 はダストとミルスケールをブレンドした鉄原料を使用した場合である。還元時間はそれぞれ約 10 分、および 9 分で、鉄鉱石を使用したケース 6 の場合とほぼ同程度であった。

また、Zn を含むダストを使用したケース 9 の脱 Zn 率は 92% であり、本発明方法による脱 Zn 効果を確認することができた。

ケース 10 の混合原料 U はやや粗粒であるのに還元時間があまり変わらなかったのは、混合原料 U における酸化鉄の形態は FeO なので、 Fe_2O_3 をベースにした還元率は 30% 程度となって金属鉄までの還元量が少なくすむこと、および、 FeO から金属鉄までの鉄原子当たりの反応吸熱量は Fe_2O_3 の場合に比較して約 20590 kcal/kmol 少ないために、装入物ベッド内の温度低下が小さく、その結果、還元反応が促進されたことによるものと考えられる。

（実施例 2）

第 7 表～第 9 表に示す組成と粒度構成の粉状鉄鉱石、粉状固体還元剤としての石炭（微粉炭）、コークスを第 10 表に示す配合割合で混合したものを準備した。

第 7 表

| 粉状鉄原料の 種 類 | 化 学 組 成 (mass%) | | | | | L. O. I. |
|---------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-------|----------|
| | T. Fe | Fe ₂ O ₃ | Fe ₃ O ₄ | FeO | スラグ成分 | |
| 鉄 鉱 石 | 67.5 | 96.3 | 0.0 | 0.2 | 2.0 | 0.4 |

(注) L. O. I. はイグニッション・ロス(Loss on Ignition)

第 8 表

| 固体還元剤 の 種 類 | 化 学 組 成 (mass%) | | | |
|----------------|-----------------|------|------|------|
| | 固定炭素 | 揮発分 | 灰分 | 全炭素量 |
| 石 炭 | 64.8 | 25.8 | 9.4 | 78.5 |
| コークス | 88.0 | 0.2 | 11.0 | 88.7 |

第 9 表

| 粒度調整後の粒度構成 | |
|------------|---|
| 鉄鉱石 | −325 mesh : 90mass% |
| 石炭 | −200 mesh : 75mass%、−325 mesh : 60mass% |
| コークス | 10~30 mm : 30mass%、30~60 mm : 70mass% |

第 10 表

| 原料配合比率 (mass%) | | |
|----------------|------|-------|
| 鉄鉱石 | 石炭 | 計 |
| 79.7 | 20.3 | 100.0 |

試験設備としては、前記の第 12 図に示した小型の溶銑製造試験設備を使用した。すなわち、予備還元炉として回転炉床炉 11 を、製錬炉として竖型炉 62 を使用し、原料受け入れホッパー 20、混合機 16、廃熱回収熱交換機 28 などから構成される設備である。

原料受け入れホッパー 20 へ受け入れられた粉状酸化鉄 21（粉鉱石）、還元剤 22（微粉炭）及びバインダー 23 を所定量だけそれぞれのホ

ッパーから切り出して混合機 1 6 へ装入し、少量の水を添加して十分に混合した後、混合物を回転炉床炉 1 1 へ装入した。

炉床への装入は前記第 4 図に示した装入装置を用いて行い、原料混合物 4 0 を粉状のまま炉内へ装入してレベラー 3 9 で高さがほぼ 3 5 m m のベッド状にした。原料混合物のベッドを押圧する場合は、レベラー 3 9 でほぼ 3 5 m m のベッドにした後、填圧ローラー 4 2 で高さ 2 0 m m になるまで押圧した。

空気は、燃焼用空気も含め、回転炉床炉の排ガスと熱交換して 6 0 0 ℃に予熱して使用した。可燃性揮発成分の発生が終了した後は、炉内空間部の平均ガス温度を約 1 3 0 0 ℃とした。また、還元鉄の金属化率の目標値は 9 2 %とした。

回転炉床炉 1 1 で得られた還元鉄は、約 1 1 5 0 ℃で炉外へ取り出し、軽く粗粉碎した後、竖型炉 6 2 へ炉上部から装入した。竖型炉 6 2 の炉上部からは炭材 6 3 (コークス) をフラックス 6 4 (石灰石) とともに装入した。なお、石灰石はスラグの塩基度が 1. 2 5 になる量とした。

溶銑は炉下部に設けられた出銑口から溶滓 (スラグ) とともに排出した。

竖型炉 6 2 の排ガス 2 5 は、除塵機 7 0 (サイクロン) で除塵した後、その一部を回転炉床炉 1 1 で用いる燃料としてバーナー 1 9 から吹き込み、残りは他の設備の燃料用として回収した。

試験は、第 1 1 表に示す 5 ケースについて実施した。

第 11 表

| 炉 | 項 目 | ケ-ス 1 ケ-ス 2 ケ-ス 3 ケ-ス 4 ケ-ス 5 | | | | |
|-------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 予備還元炉 置き方 | 予備還元炉床上への混合物の 使用 | 予備還元炉 状態 | 予備還元炉 状態 | 予備還元炉 状態 |
| 予備還元炉 | ローラ-で押圧 | - | - | - | - | - |
| | セメント水溶液使用 | - | - | - | - | - |
| | 可燃性揮発成分発生期間に 混合物表面への酸素含有ガス吹付 | - | - | - | - | - |
| | 鉱石 (kg/pt) | 1370 | 1370 | 1370 | 1370 | 1370 |
| | 空気予熱温度 (°C) | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| | 空気量 (Nm ³ /pt) | 1789 | 1789 | 1743 | 1979 | 1662 |
| | 製煉炉排ガス使用量 (Nm ³ /pt) | 404 | 404 | 404 | 404 | 404 |
| | 予備還元炉内還元時間 (min) | 10 | 18 | 15 | 20 | 10 |
| | 還元鉄金属化率 (%) | 92.0 | 91.7 | 92.0 | 91.4 | 91.9 |
| | 還元鉄排出温度 (°C) | 1150 | 1150 | 1150 | 1150 | 1150 |
| 製煉炉 | 炉床への還元鉄固着 | 若干発生 | 若干発生 | 若干発生 | 若干発生 | 若干発生 |
| | 還元鉄装入温度 (°C) | 650 | 650 | 650 | 650 | 650 |
| | コークス (kg/pt) | 341 | 343 | 341 | 345 | 342 |
| | 微粉炭 (kg/pt) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 燃料 (kg/pt) | 341 | 343 | 341 | 345 | 342 |
| | 酸素 (Nm ³ /pt) | 126 | 129 | 129 | 130 | 129 |
| | 空気 (Nm ³ /pt) | 562 | 568 | 566 | 570 | 567 |
| | 空気温度 (°C) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 空気温度 (°C) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| | 溶銑温度 [C] | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 |
| | 溶銑 [S] | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| | スラグ (kg/pt) | 168 | 168 | 168 | 168 | 168 |
| | スラグ塩基度 (-) | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |
| | 実施 | - | - | - | - | - |
| | 実施 | - | - | - | - | - |

ケース 1 は従来法によるところの原料混合物をペレット化した場合の試験であり、このときの回転炉床炉における還元時間は 10 分であった。

ケース 2 は原料混合物を粉状のまま炉内へ装入してベッド状にした場合であるが、塊成化（ペレット化）しなくても、還元時間を約 18 分とすれば金属化率 92% の還元鉄が得られることを確認した。この還元時間は、通常の天然ガスを改質して得られた還元ガスを使用するシャフト炉型直接還元方式の還元時間が約 8 ～ 10 時間であることと比較すると、極めて短くてよいことを示している。

ケース 3 は原料混合物のベッドを押圧して見掛け密度を上昇させた場合で、還元時間は 15 分と短縮しており、押圧の効果が大きいことを確認した。このベッドを押圧することによる還元時間の短縮は、実施例 1 で述べたように、押圧により原料の粒子同士が密着してベッド内の伝熱が促進され、ベッド内の昇温速度が上昇したことによるものと考えられる。また、ダストロス割合は 0.2% であり、ケース 2 の 0.5% と比較すると低下しており、ベッドの押圧が原料の飛散抑制にも効果的であることを確認した。

ケース 4 は原料混合物のベッド表面にセメント水溶液を散布してから高温還元を行った場合である。ケース 2 と比べると水分の影響でベッドの昇温が遅れ還元時間が長くなったが、ダストロス割合はケース 2 の 0.5% に対して 0.1% と低下しており、セメント水溶液の散布が原料の飛散抑制に非常に効果的であることを確認した。

ケース 5 は原料混合物のベッドを填圧ローラーで押圧した後、石炭中の可燃性揮発成分の発生が続く約 2 分間だけベッド表面に空気を供給し、石炭から発生する可燃性揮発成分をベッド表面でも燃焼させた場合である。この結果、還元時間はケース 3 に比べて更に 5 分間も短縮され、ベッドから発生する可燃性揮発成分の燃焼をベッド表面でも行わせながら加熱、昇温する方法の有利性を確認した。

以上のケース 1～5 において、送風条件としては、酸素を富化した常温の空気を使用し、羽口前理論燃焼温度を 2500℃として操業し、約 650℃の還元鉄を豎型炉へ装入して、炭素 4.6 重量%、硫黄 0.02 重量%を含む良質な溶銑を製造することができた。

(実施例 3)

実施例 2 で用いた第 7 表～第 9 表に示した組成と粒度構成の粉状鉄鉱石、粉状固体還元剤としての石炭（微粉炭）及び実施例 1 で用いた第 3 表に示したベントナイトを表 12 に示す配合割合で混合したものを準備した。

| 第 12 表 | | | |
|----------------|------|--------|-------|
| 原料配合比率 (mass%) | | | |
| 鉄鉱石 | 石炭 | ベントナイト | 計 |
| 75.7 | 19.3 | 5.0 | 100.0 |

試験設備としては、前記の第 13 図に示した小型の溶銑製造試験設備を使用した。すなわち、予備還元炉として回転炉床炉 11 を、製錬炉として製錬用溶解還元炉 71 を使用し、原料受け入れホッパー 20、混合機 16、廃熱回収熱交換機 28 などから構成される設備である。

原料受け入れホッパー 20 へ受け入れられた粉状酸化鉄 21（粉鉄石）、還元剤 22（微粉炭）及びバインダー 23 を所定量だけそれぞれのホッパーから切り出して混合機 16 へ装入し、少量の水を添加して十分に混合した後、混合物を回転炉床炉へ装入した。

炉床への装入は前記第 4 図に示した装入装置を用いて行い、原料混合物 40 を粉状のまま炉内へ装入してレベラー 39 で高さがほぼ 35 mm のベッド状にした。原料混合物のベッドを押圧する場合は、レベラー 39 でほぼ 35 mm のベッドにした後、填圧ローラー 42 で高さ 20 mm になるまで押圧した。

空気は、燃焼用空気も含め、回転炉床炉の排ガスと熱交換して 600

℃に予熱して使用した。可燃性揮発成分の発生が終了した後は、炉内空間部の平均ガス温度を約 1 3 0 0 ℃とした。また、還元鉄の金属化率の目標値は 9 2 %とした。

回転炉床炉 1 1 で得られた還元鉄は、約 1 1 5 0 ℃で炉外へ取り出し、軽く粗粉碎した後、製錬用溶解還元炉 7 1 へ炉上部から装入した。製錬用溶解還元炉 7 1 の炉上部からは炭材 6 3 (石炭)をフラックス 6 4 (石灰石)とともに装入した。なお、石灰石はスラグの塩基度が 1. 2 5 になる量とした。

溶銑は炉下部に設けられた出銑口から溶滓(スラグ)とともに排出した。

製錬用溶解還元炉 7 1 の排ガス 2 5 の一部は回転炉床炉 1 1 で用いる燃料として使用し、残りは他の設備の燃料用として回収した。

試験は、第 1 3 表に示す 4 ケースについて実施した。

第 13 表

| 炉 | 項 目 | ケ-ス 1 | ケ-ス 2 | ケ-ス 3 | ケ-ス 4 | |
|-------|------------------|-----------------------|--------|--------|--------|------|
| 予備還元炉 | 予備還元炉床上への混合物の置き方 | °レット使用 | °レット状態 | °レット状態 | °レット状態 | |
| | ローラーで押圧 | - | - | 実施 | 実施 | |
| | 可燃性揮発成分発生期間に | | | | | |
| | 混合物表面への酸素含有ガス吹付 | | | | | |
| | 鉱石 | (kg/pt) | 1436 | 1436 | 1436 | 1436 |
| | 空気予熱温度 | (°C) | 600 | 600 | 600 | 600 |
| | 空気量 | (Nm ³ /pt) | 2145 | 2142 | 2145 | 2144 |
| | 製錬炉排ガス使用量 | (Nm ³ /pt) | 538 | 539 | 538 | 538 |
| | 予備還元炉内還元時間 | (min) | 10 | 18 | 15 | 10 |
| | 還元鉄金属化率 | (%) | 92.0 | 91.7 | 92.0 | 91.9 |
| 製錬炉 | 還元鉄排出温度 | (°C) | 1150 | 1150 | 1150 | 1150 |
| | 炉床への還元鉄固着 | 若干発生 | 若干発生 | 若干発生 | 若干発生 | |
| | 還元鉄装入温度 | (°C) | 800 | 800 | 800 | 800 |
| | 石炭 | (kg/pt) | 282 | 283 | 282 | 282 |
| | 酸素 | (Nm ³ /pt) | 282 | 283 | 282 | 283 |
| | 溶銑温度 | (°C) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| | 溶銑 [C] | (%) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | 溶銑 [S] | (%) | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | スラグ | (kg/pt) | 177 | 177 | 177 | 177 |
| | スラグ塩基度 | (-) | 1.25 | 1.25 | 1.25 | 1.25 |

ケース 1 は従来法によるところの原料混合物をペレット化した場合の試験であり、このときの回転炉床炉における還元時間は 10 分であった。

ケース 2 は原料混合物を粉状のまま炉内へ装入してベッド状にした場合であるが、塊成化（ペレット化）しなくても、還元時間を約 18 分とすれば金属化率 92% の還元鉄が得られることを確認した。この還元時間は、通常の天然ガスを改質して得られた還元ガスを使用するシャフト炉型直接還元方式の還元時間が約 8 ～ 10 時間であることと比較すると、極めて短くてよいことを示している。

ケース 3 は原料混合物のベッドを押圧して見掛け密度を上昇させた場合で、還元時間は 15 分と短縮しており、押圧の効果が大きいことを確認した。このベッドを押圧することによる還元時間の短縮は、実施例 1 で述べたように、押圧により原料の粒子同士が密着してベッド内の伝熱が促進され、ベッド内の昇温速度が上昇したことによるものと考えられる。また、ダストロス割合は 0.2% であり、ケース 2 の 0.5% と比較すると低下しており、ベッドの押圧が原料の飛散抑制にも効果的であることを確認した。

ケース 4 は原料混合物のベッドを填圧ローラーで押圧した後、石炭中の可燃性揮発成分の発生が続く約 2 分間だけベッド表面に空気を供給し、石炭から発生する可燃性揮発成分をベッド表面でも燃焼させた場合である。この結果、還元時間はケース 3 に比べて更に 5 分間も短縮され、ベッドから発生する可燃性揮発成分の燃焼をベッド表面でも行わせながら加熱、昇温する方法の有利性を確認した。

以上のケース 1 ～ ケース 4 のいずれにおいても、約 800℃ の還元鉄を精錬用溶解還元炉へ装入して、炭素 4.0 重量%、硫黄 0.05 重量% を含む良質の溶銑を製造することができた。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明の還元鉄の製造方法によれば、原料混合物を粉状のまま炉内へ装入して炉床上にベッドを形成した後、又はそのベッドを押圧した後、高温還元するので、原料混合物をペレット化等、塊成化する際に必要とされていた塊成化設備と塊成化物の乾燥設備が不要になり、設備費及び運転費を削減して還元鉄製造コストを低減することができる。この方法は、上述した本発明の還元鉄の製造装置を用いれば容易に実施することができる。

更に、上記の方法で得られた還元鉄を高温状態で豎型炉又は製錬用溶解還元炉に装入して高熱効率で溶解し、良質の溶銑を製造することができる。

請 求 の 範 囲

1. 下記 (a) ~ (c) の工程で構成される粉状酸化鉄からの還元鉄の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上に維持して、前記酸化鉄を還元する還元工程。

2. 下記 (a) ~ (d) の工程で構成される粉状酸化鉄からの還元鉄の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) そのベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させる行程、

(d) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上に維持して、前記酸化鉄を還元する還元工程。

3. 還元炉が、水平に回転移動する炉床を有する回転炉床炉である請求の範囲1又は2に記載の還元鉄の製造方法。

4. 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合する際、水又はバインダーの1種以上を単独又は複合で添加する請求の範囲1ないし3の何れかに記載

の還元鉄の製造方法。

5. 還元炉の炉床上に形成した原料混合物のベッド上にセメント含有液を散布する請求の範囲1ないし4の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

6. 原料混合物のベッド中の固体還元剤からの可燃性揮発成分の発生がほぼ終了するまでは酸素含有ガスをベッド表面へ供給して可燃性揮発成分をその表面で燃焼させ、可燃性揮発成分の発生が終了した後は炉内温度が1100℃以上になるように維持して酸化鉄を還元する請求の範囲1ないし5の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

7. 還元炉の炉床上に粉状の固体還元剤を敷き、その上に原料混合物を粉状のまま装入する請求の範囲1ないし6の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

8. 還元して得られる還元鉄を、炉床の移動方向と直角の方向に往復移動する押し出し装置により排出する請求の範囲1ないし7の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

9. 還元して得られる還元鉄を、炉床の幅方向の中央を起点として炉床の移動方向に向けてV字状に広がる排出ガイドフェンスに沿って炉床の両側に排出する請求の範囲1ないし7の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

10. 炉床上に残留する還元鉄粉を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、噴射ガス流により吹き飛ばして炉床上から除去する請求の範囲3ないし9の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

11. 炉床上に残留する還元鉄粉を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、回転する羽根を備える箒で掃き出して炉床上から除去する請求の範囲3ないし9の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

12. 炉床上に残留する還元鉄粉および固着物を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間で、炉床の移動方向と交差する方向に往復運動が可能で、かつ下端を炉床に接触させたスクレーパーにより掻き取って炉床

上から除去する請求の範囲 3 ないし 9 の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

13. 炉床上に残留する還元鉄粉を、還元鉄の排出部から原料装入部までの間に設けられた吸引フードを通して吸引し、炉床上から除去する請求の範囲 3 ないし 9 の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

14. 還元鉄の排出部に設けられた排鉱装置の固定ストッパーフェンスの炉床移動方向側に下端を炉床に接触させて設けたスクレーパー型ゲートにより還元鉄粉の炉床上での残留を防止する請求の範囲 1 ないし 9 の何れかに記載の還元鉄の製造方法。

15. 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合する混合機と、混合して得られた原料混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する装入装置と、炉内へ装入された混合物中の酸化鉄を還元する還元炉を有し、還元炉が、前記混合物の装入口、酸化鉄を加熱還元して得られる還元鉄の排出口及び炉内で発生するガスの排気口を備える炉体と、炉内に設けられた水平に回転移動する炉床と、炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで燃料を燃焼させるバーナーを有する回転炉床炉である請求の範囲 1 に記載の方法を実施するための還元鉄の製造装置。

16. 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合する混合機と、混合して得られた原料混合物を粉状のまま還元炉内へ装入して炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する装入装置と、炉内へ装入された混合物のベッドを押圧して原料混合物の見掛け密度を上昇させる手段と、炉内へ装入された混合物中の酸化鉄を還元する還元炉を有し、還元炉が、前記混合物の装入口、酸化鉄を加熱還元して得られる還元鉄の排出口及び炉内で発生するガスの排気口を備える炉体と、炉内に設けられた水平に回転移動する炉床と、炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで燃料を燃焼させるバーナーを有する回転炉床炉である請求の範囲 2 に記載の方法を実施する

ための還元鉄の製造装置。

17. 下記 (a) ~ (f) の工程で構成される粉状酸化鉄からの溶銑の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま予備還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを成形する工程、

(c) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上に維持して、前記酸化鉄を還元する予備還元工程、

(d) 前記予備還元工程で得られた還元鉄を、前記予備還元炉から500℃以上の温度で排出させる排出工程、

(e) 前記排出工程で排出した高温状態の還元鉄と、塊粒状の炭材とフラックスを、炉内に炭材の充填層を有し、炉下部に設置された羽口から酸素含有ガスを吹き込み羽口前の炭材を燃焼させて高温の還元ガスを発生させる竪型炉へその炉上部から装入し、還元と溶解を行い、溶銑と溶滓を炉下部出銑口から排出する還元・溶解工程、

(f) 竪型炉の生成ガスを回収するとともに、その一部を予備還元用燃料として前記予備還元炉へ導入するガス回収工程。

18. 下記 (a) ~ (f) の工程で構成される粉状酸化鉄からの溶銑の製造方法。

(a) 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合して原料混合物を得る混合工程、

(b) 前記混合物を粉状のまま予備還元炉内へ装入して、炉床上にほぼ均一な厚さのベッドを形成する工程、

(c) 炉内へ燃料と酸素含有ガスを吹き込んで、その燃料と前記固体

還元剤から発生する可燃性揮発成分と酸化鉄が固体還元剤により還元されて発生するCOガスとを燃焼させ、炉内温度を1100℃以上に維持して、前記酸化鉄を還元する予備還元工程、

(d) 前記予備還元工程で得られた還元鉄を、前記予備還元炉から500℃以上の温度で排出させる排出工程、

(e) 前記排出工程で排出した高温状態の還元鉄と炭材とフラックスを、炉内に熔融金属浴と熔融スラグ浴とを有し、底部から攪拌用ガスを熔融金属浴内へ吹き込んで熔融金属浴と熔融スラグ浴を攪拌し、上部から酸素を炉内へ供給する製錬用溶解還元炉へその炉上部から装入し、還元と溶解を行い、溶銑と溶滓を炉下部出銑口から排出する還元・溶解工程、

(f) 製錬用溶解還元炉の生成ガスを回収するとともに、その一部を予備還元用燃料として前記予備還元炉へ導入するガス回収工程。

19. 予備還元炉の炉床上に原料混合物のほぼ均一な厚さのベッドを形成した後、そのベッドを押圧して前記混合物の見掛け密度を上昇させる請求の範囲17又は18に記載の溶銑の製造方法。

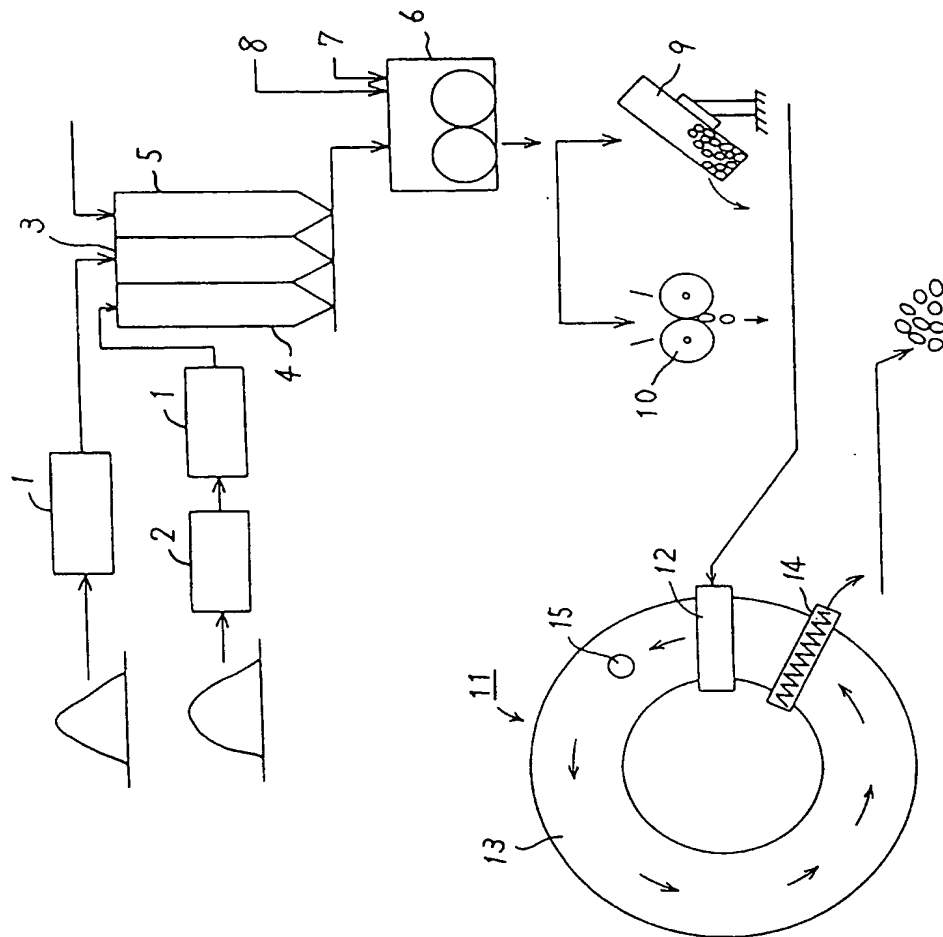
20. 粉状酸化鉄と粉状固体還元剤を混合する際、水又はバインダーの1種以上を単独又は複合で添加する請求の範囲17ないし19の何れかに記載の溶銑の製造方法。

21. 予備還元炉の炉床上に形成した原料混合物のベッド上にセメント含有液を散布する請求の範囲17ないし20の何れかに記載の溶銑の製造方法。

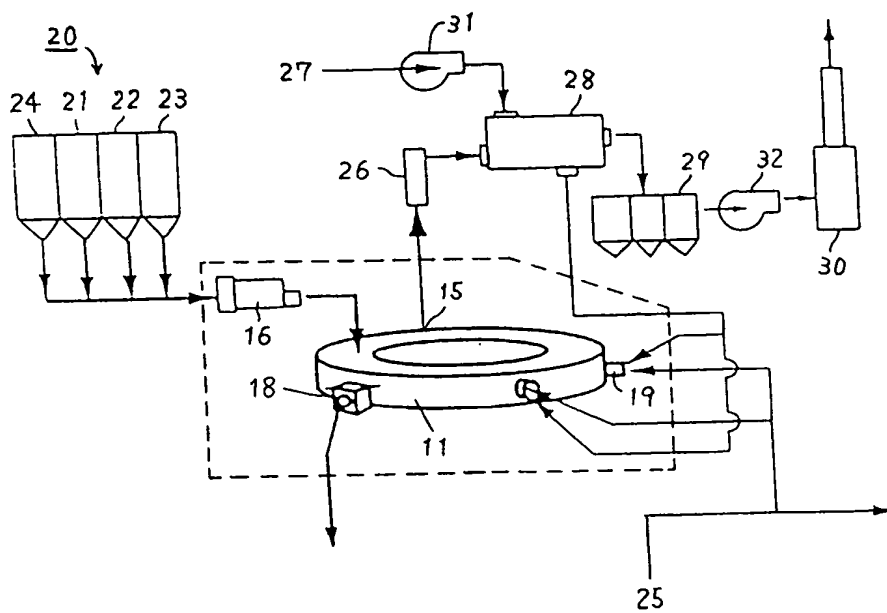
22. 原料混合物のベッド中の固体還元剤からの可燃性揮発成分の発生がほぼ終了するまでは酸素含有ガスをベッド表面へ供給して可燃性揮発成分をその表面で燃焼させ、可燃性揮発成分の発生が終了した後は炉内温度が1100℃以上になるように維持して酸化鉄を還元する請求の範囲17ないし21の何れかに記載の溶銑の製造方法。

23. 予備還元炉の炉床上に粉状の固体還元剤を敷き、その上に原料混合物を粒状のまま装入する請求の範囲17ないし22の何れかに記載の溶銑の製造方法。

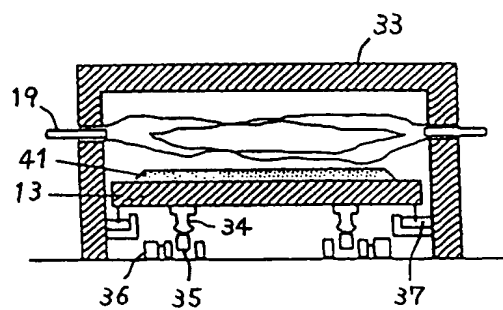
第 1 図



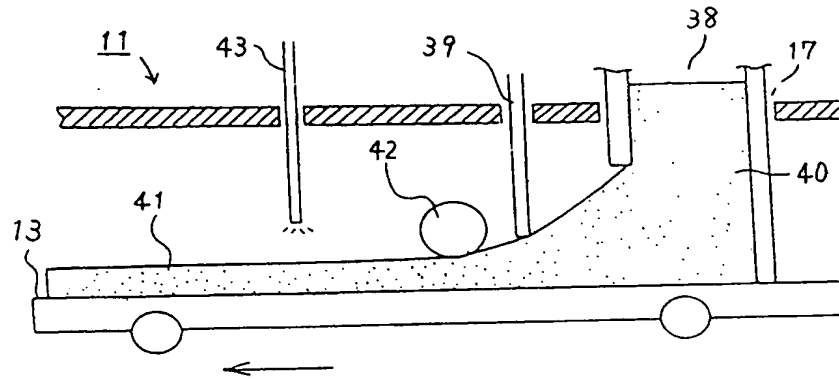
第 2 図



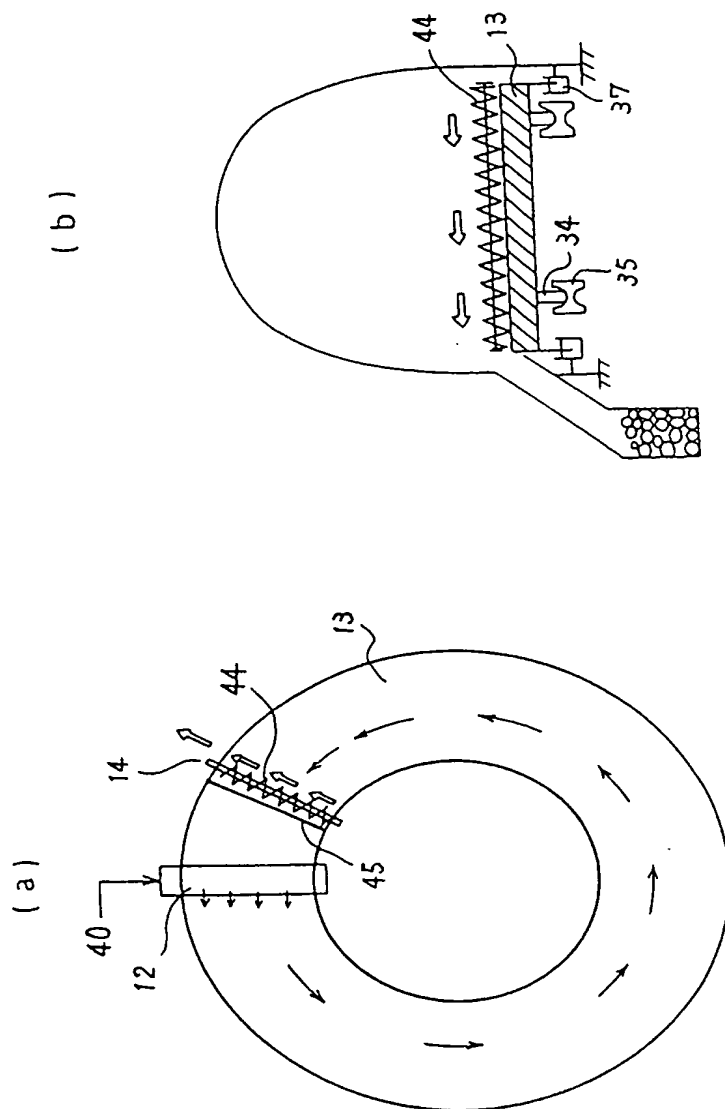
第 3 図



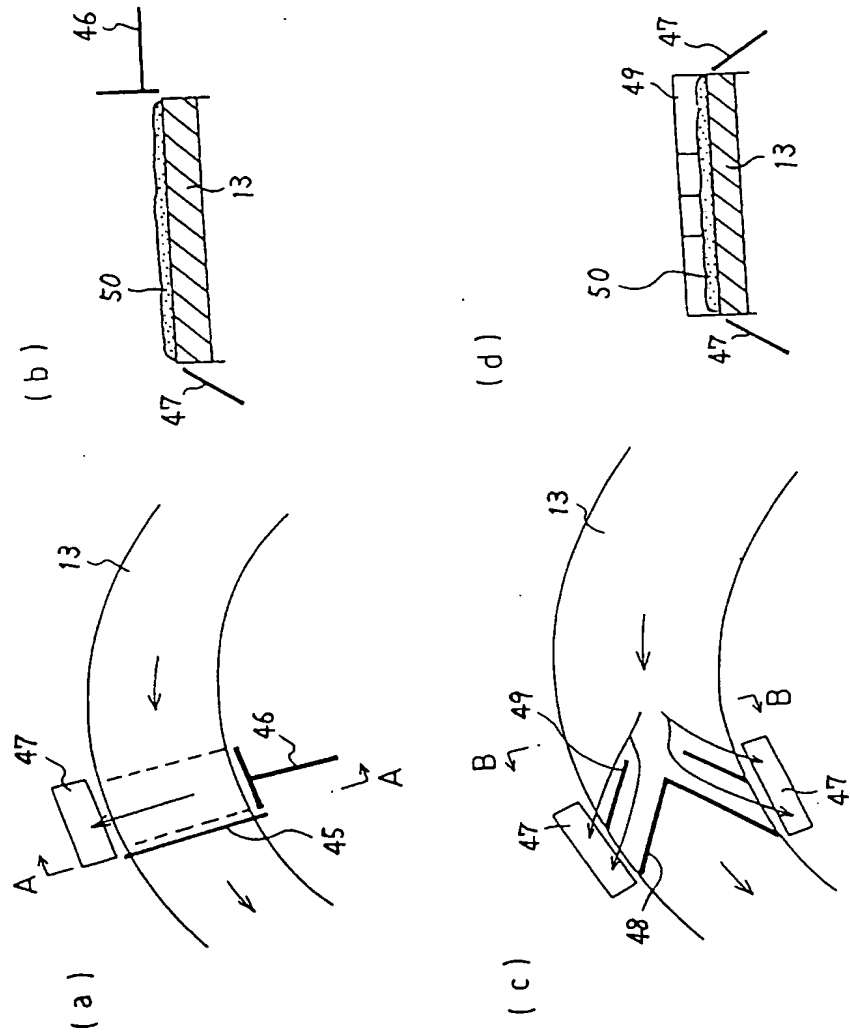
第 4 図



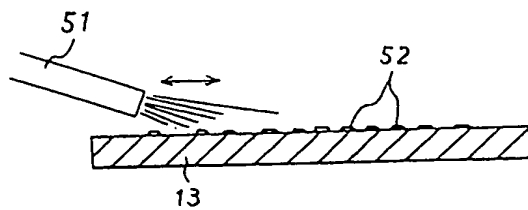
第 5 図



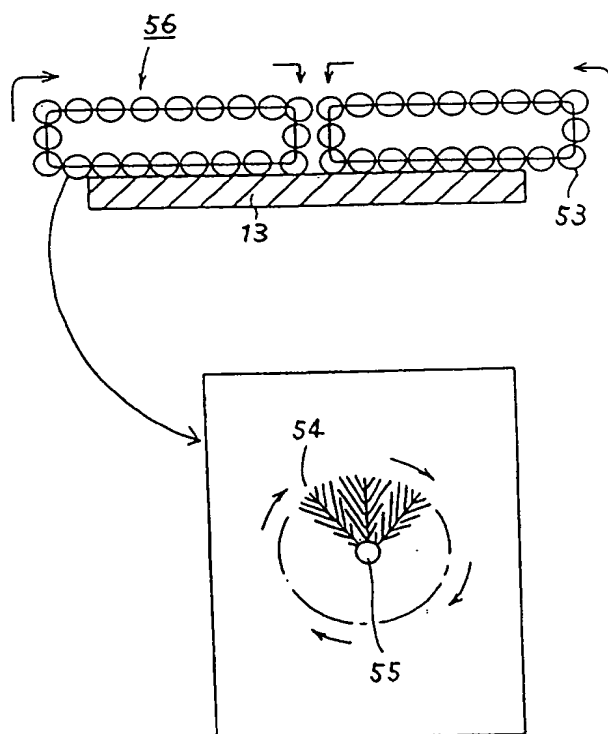
第 6 図



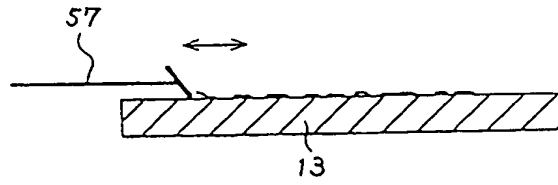
第 7 図



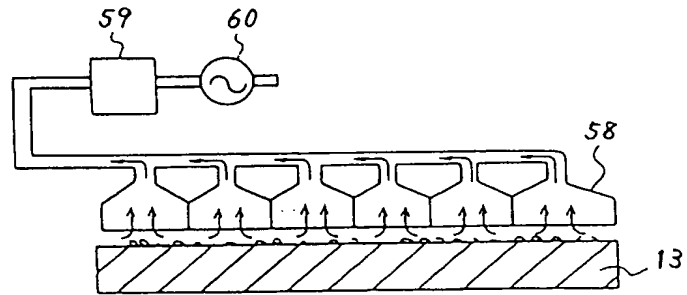
第 8 図



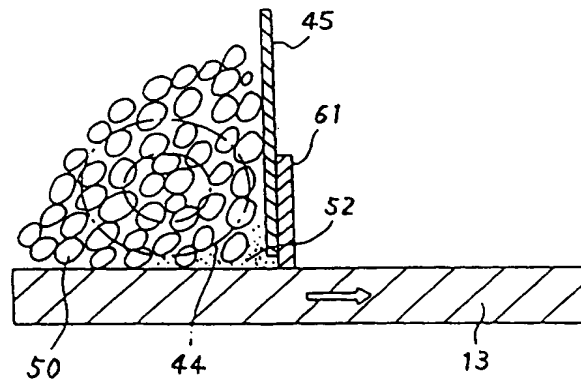
第 9 図



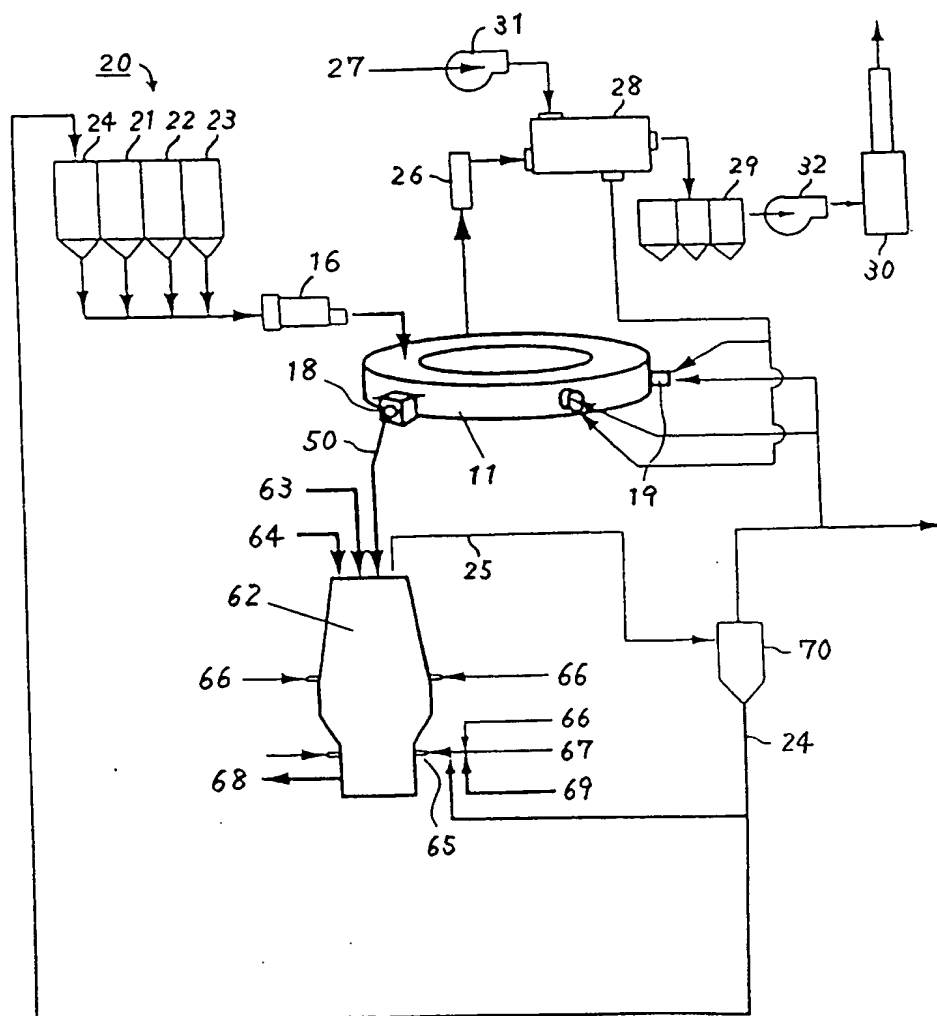
第 10 図



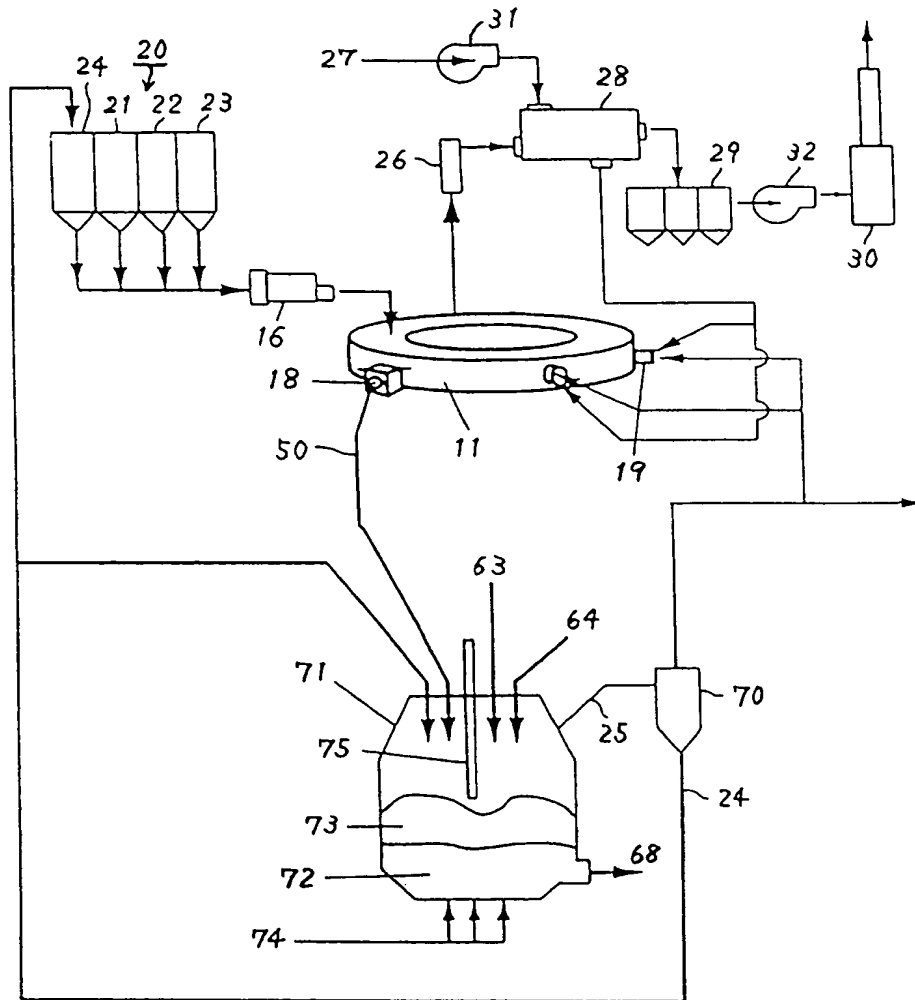
第 11 図



第 12 図

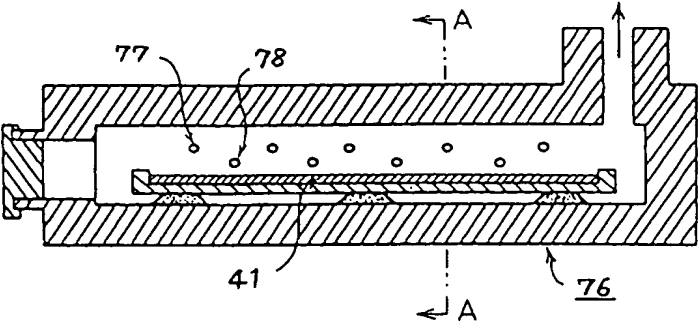


第 13 図

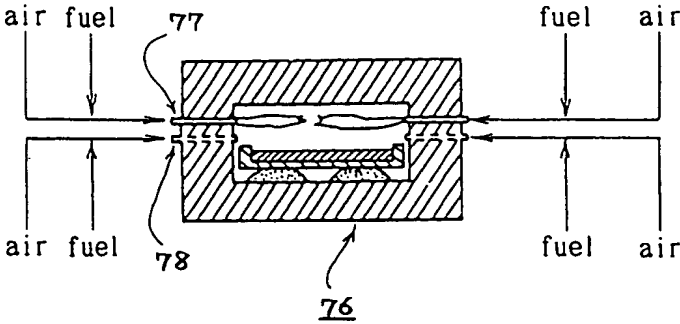


第 14 図

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04221

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl ⁶ C21B13/10, 11/00, 11/02, C22B1/14 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
|---|--|--|
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int. Cl ⁶ C21B13/10, 11/00, 11/02, C22B1/14 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996 Jitsuyo Shinan Toroku Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1998 Koho 1996 - 1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994 - 1998 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | JP, 52-91721, A (Nissho Iwai Corp.), August 2, 1977 (02. 08. 77), Claims (Family: none) | 1 - 23 |
| A | JP, 63-216908, A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), September 9, 1988 (09. 09. 88), Claims (Family: none) | 17, 19-23 |
| A | JP, 1-147009, A (NKK Corp.), June 8, 1989 (08. 06. 89), Claims & EP, 318896, A | 18 - 23 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search February 13, 1998 (13. 02. 98) | | Date of mailing of the international search report February 24, 1998 (24. 02. 98) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No. | | Authorized officer Telephone No. |

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 97/04221

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁸ C21B13/10, 11/00, 11/02, C22B1/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁸ C21B13/10, 11/00, 11/02, C22B1/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-1998年
 日本国登録実用新案公報 1994-1998年
 日本国実用新案登録公報 1996-1998年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A | J P, 52-91721, A (日商岩井株式会社), 2. 8月. 1977 (02. 08. 77), 特許請求の範囲 (ファミリーなし) | 1-23 |
| A | J P, 63-216908, A (住友金属工業株式会社), 9. 9月. 1988 (09. 09. 88), 特許請求の範囲 (ファミリーなし) | 17, 19-23 |
| A | J P, 1-147009, A (日本鋼管株式会社), 8. 6月. 1989 (08. 06. 89), 特許請求の範囲 & E P, 318896, A | 18-23 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 02. 98

国際調査報告の発送日

24.02.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長者 義久

4 K

8015

電話番号 03-3581-1101 内線 3435